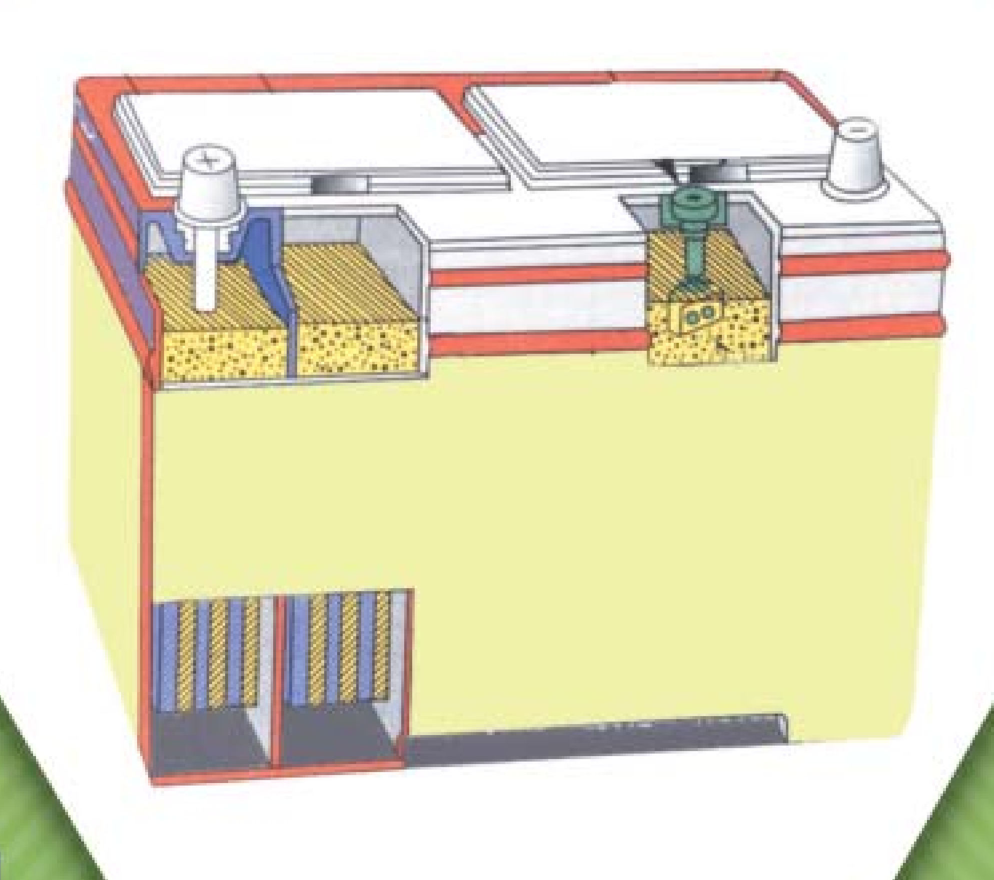




الفرع الصناعي

كهرباء سيارات

للصف الأول الثانوي - الجزء الأول









دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

كهرباء سيارات

الجـــزء الأول

للصف الأول الثانوي

الصناعي

المؤلفون

أ.محمد حماد « منسقاً»
موسى زلوم
عبد المنعم دويكات
محمد محي الدين



عصام دويكات « مركز المناهج»

قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس كتاب كهرباء سيارات الأول الثانوي في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م

الإشـراف العام

رئيس لجنــة المناهج - د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج - د. صلاح ياسين

مركـز المناهج

- **إشراف تربوي :** د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- **إشـراف إداري :** رائـد بركـات
- **تصـميـم :** هبة الديسي
- **الإعداد المحوسب للطباعة :** حـمدان بحـبوح

الطبـعة الأولـى التـجريبية

٢٠٠٥م/١٤٢٦ هـ

مركز المناهـج - الماصيون - ص .ب ٧١٩ - رام الله - فلسطين
تلفون ٢٢٩٦٩٣٥٠(٩٧٠) فاكس ٢٢٩٦٩٣٧٧(٩٧٠)
e-mail:pcdc@palnet.com

تمهيد

رأت وزارة التربية والتعليم العالي ضرورة وضع منهاج يراعي الخصوصية الفلسطينية؛ لتحقيق طموحات الشعب الفلسطيني حتى يأخذ مكانه بين الشعوب. إن بناء منهاج فلسطيني يعد أساساً مهمّاً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني وأساساً لترسيخ القيم والديموقراطية، وهوحق إنساني، وأداة تنمية الموارد البشرية المستدامة التي رسختها مبادئ الخطة الخمسية للوزارة.

وتكمن أهمية المنهاج في أنه الوسيلة الرئيسة للتعليم التي من خلالها تتحقق أهداف المجتمع؛ لذا تولي الوزارة عناية خاصة بالكتاب المدرسي، أحد عناصر المنهاج؛ لأنه المصدر الوسيط للتعلم، والأداة الأولى بيد المعلم والطالب، إضافة إلى غيره من وسائل التعلم: الإنترنت والحاسوب والثقافة المحلية والتعلم الأسري وغيرها من الوسائط المساعدة.

أقرت الوزارة هذا العام (٢٠٠٥/ ٢٠٠٦)م تطبيق المرحلة السادسة من خطتها للمنهاج الفلسطيني، لكتب الصف الأول الثانوي (١١) بفروعه: العلمي، والعلوم الإنسانية، والمهني، والتقني، بالإضافة إلى تطوير بعض كتب المرحلة الأساسية (١-١٠)، وسيتبعها كتب منهاج الصف الثاني الثانوي(١٢) في العام القادم، وبها تكون وزارة التربية والتعليم العالي قد أكملت إعداد جميع الكتب المدرسية للتعليم العام للصفوف(١-١٢)، وتعمل الوزارة حالياً على توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني، وعمل دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث، في جميع المباحث (أفقياً وعمودياً)، لمواصلة التطوير التربوي وتحسين نوعية التعليم الفلسطيني.

وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الأحد عشر حتى الآن، وعددها يقارب ٣٥٠ كتاباً، ركيزة أساسية في عملية التعليم والتعلم، بما تشتمل عليه من معارف ومعلومات عُرضت بأسلوب سهل ومنطقي؛ لتوفير خبرات متنوعة، تتضمن مؤشرات واضحة، تتصل بطرائق التدريس، والوسائل والأنشطة وأساليب التقويم، وتتلاءم مع مبادئ الخطة الخمسية المذكورة أعلاه.

وتتم مراجعة الكتب وتنقيحها وإثراؤها سنوياً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها، وترى الوزارة الطبعات من الأولى الى الرابعة طبعات تجريبية قابلة للتعديل والتطوير؛ كي تتلاءم مع التغيرات في التقدم العلمي والتكنولوجي ومهارات الحياة. إن قيمة الكتاب المدرسي الفلسطيني تزداد بمقدار ما يبذل فيه من جهود ومن مشاركة أكبر عدد ممكن من المتخصصين في مجال إعداد الكتب المدرسية، الذين يحدثون تغييراً جوهرياً في التعليم، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحيده.

إن وزارة التربية والتعليم العالي لايسعها إلا أن تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى المؤسسات والمنظمات الدولية، والدول العربية والصديقة وبخاصة حكومة بلجيكا؛ لدعمها المالي لمشروع المناهج.

كما أن الوزارة لتفخر بالكفاءات التربوية الوطنية، التي شاركت في إنجاز هذا العمل الوطني التاريخي من خلال اللجان التربوية، التي تقوم بإعداد الكتب المدرسية، وتشكرهم على مشاركتهم بجهودهم المميزة، كلٌّ حسب موقعه، وتشمل لجان المناهج الوزارية، ومركزالمناهج، والإقرار، والمؤلفين، والمحررين، والمشاركين بورشات العمل، والمصممين، والرسامين، والمراجعين، والطابعين، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق.

وزارة التربية والتعليم العالي
مركز المناهج
أيلول ٢٠٠٥ م

مقدمة

حرصت وزارة التربية والتعليم العالي منذ مدة طويلة ، لتطوير وتحسين التعليم المهني والتقني في فلسطين، ولان الوزارة تدرك أهمية تطوير التعليم المهني والتقني ، وضعت خطة طموحة تهدف الى اعداد مناهج تغطي المهارات التي يحتاجا الطلبة ، و ادخال مهارات وتقنيات جديدة لمواكبة التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة ، واعداد أفراد مؤهلين لواقع سوق العمل .

وجاء هذا الكتاب في جزئين , الجزء الأول يتكون من أربع وحدات وهي أساسيات الكهرباء ، و مبادىء التيار المستمر و المنتناوب ، و البطارية الاختزانية ، و باديء الحركة ، أما الجزء الثاني فيتكون من الوحدات نظام التوليد والشحن ، أنظمة الانارة ، نظام الاشعال العادي ، و معرفة المحرك .

وقد راعينا في تأليف الكتاب تزويد الطالب ، بالمعلومات النظرية الفنية ، التي تساعده في تمييز الاجزاء وآلية عملها ، وتعرف الانظمة الكهربائية المختلفة للمركبات ، ومعرفة أجزاء المحرك .

وقد روعي أيضا في الجانب التطبيقي ، تعرف الطالب باسس السلامة والصحة المهنية ، لما في ذلك تأثير مباشر في التقليل من حوادث العمل المتعلقة بالافراد والمعدات .

ويهدف الجزء العملي الى اكساب الطالب مهارات في اساسيات الورش الميكانيكية ، وتوصيل بعض الدارات البسيطة ، وتشخيص وعمل الصيانة اللازمة للبطارية وباديء الحركة .

وقد روعي في تسلسل التمارين ، ليناسب تسلسل الوحدات النظرية في الجزء النظري ، وجاء تسلسل التمارين حسب تسلسل المهارات .

ولا يقتصر الكتاب على تقديم المعلومات ، بل يفتح آفاقا جديدة في الممارسة العملية ، باسلوب علمي يعتمد على البحث والتطوير ، مما يزرع في نفوس الطلبة اتجاهات وسلوكيات ايجابية .

لقد وضعنا جهدنا في اعداد هذا الكتاب واننا نقدر جهود زملائنا من دارسين وعاملين ، في تزويدنا بملاحظاتهم حول محتوى هذا الكتاب، واسلوبه وطريقة تنسيقه .

وأخيرا فهذه النسخة تجريبية ، ولا تخلو من اخطاء ، وقد يحتاج الى تعديل و تطوير ، وثقتنا بكم كمعمين ومشرفين كبيرة ، نأمل منكم تزويدنا بملاحظاتكم واقتراحاتكم من أجل تطوير هذا الكتاب .

والله ولي التوفيق

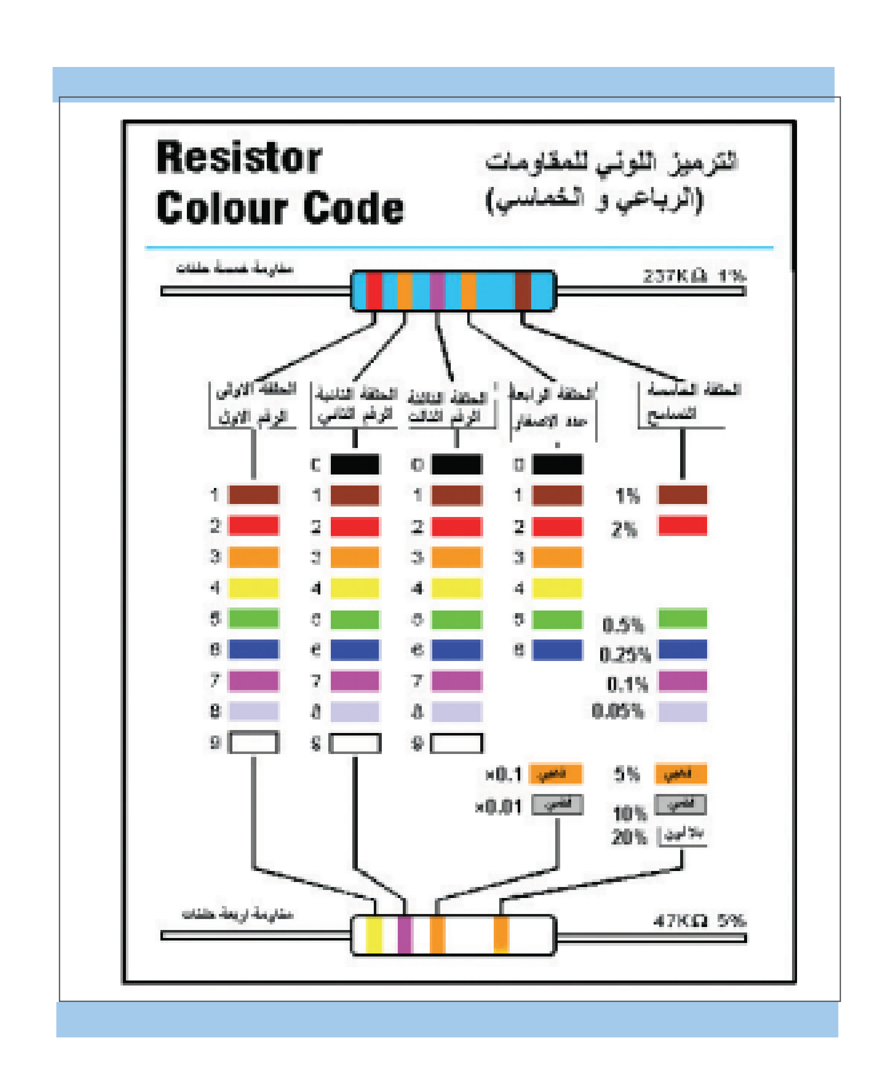
المؤلفــون

المحتويات

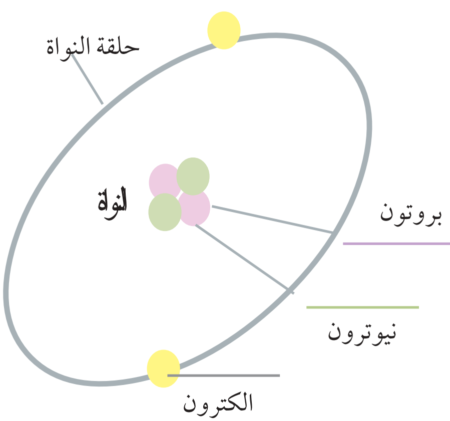
الوحـــدة

١

أساسيات الكهرباء



أولا: النظرية الذرية و المواد الموصلة و العازلة:

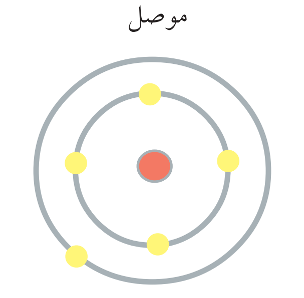


تتألف الأشياء من حولنا من ذرات متنوعة، ترتبط بعضها البعض لتكون ما يسمى بالجزيئات، وتتكون الذرات من نواه صغيرة الحجم، تدور حولها في مدارات خاصة جسيمات صغيرة سالبة الشحنة تسمى الكترونات، وتحتوي النواة على جسيمات موجبة الشحنة تسمى بروتونات، وأخرى متعادلة تسمى نيوترونات كما يظهر الشكل(١) التالي :

تنقسم المواد حسب عدد الالكترونات في مداراتها الاخيرة من حيث التوصيل وممانعة التوصيل، ويعتمد توصيل المادة حسب قوة ربط الالكترونات مع الذرة، فاذا كانت قوة الربط ضعيفة فان المادة تكون موصلة جيدة كالفلزات، مثل ذرة النحاس، واذا كانت قوة الربط عالية تكون المادة غير جيدة التوصيل للكهرباء .

وتصنف المواد من حيث التوصيل للكهرباء كما يلي :

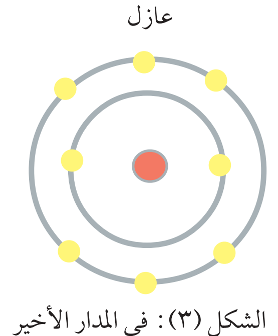
١. المواد الموصلة: Conductors



الشكل (٢): الكترون في المدار الأخير

هي المواد التي تسمح بانتقال الشحنات الكهربائية (التيار) من خلالها بسهولة عند تعرضها لفرق جهد، وذلك لأنها تمتلك عددا من الالكترونات الحرة التي تسمح للتيار الكهربائي بالانتقال خلالها بسهولة، ومن تلك المواد الحديد والنحاس والألمنيوم، والبناء الذري لها كما في الشكل رقم (٢).

٢. المواد العازلة: Insulators



الشكل (٣): في المدار الأخير

هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها، وذلك لعدم امتلاكها الكترونات حرة، مما يؤدي إلى صعوبة انتقال الالكترونات من ذرة إلى أخرى فيؤدي إلى صعوبة انتقال التيار خلالها عند تعرضها لفرق جهد مثل (الخزف والورق والزجاج والمطاط والخشب) وتستخدم في عزل الموصلات (الأسلاك) وفي الدارات الالكترونية وتركيبها الذري كما في الشكل(٣).

٣. أشباه الموصلات: Semi conductors

شبه موصل

الشكل (٤)

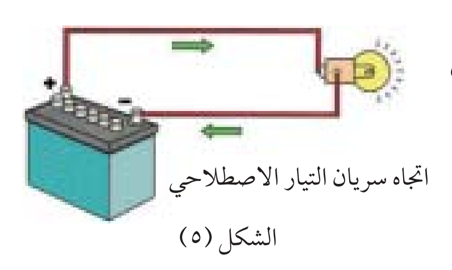
هي مواد تقع درجة موصليتها للتيار الكهربائي بين المواد الموصلة و المواد العازلة، وتعتمد موصليتها على درجة الحرارة حيث تكون عازلة عند درجة الصفر المطلق، وتزداد موصليتها بازدياد درجة الحرارة، ومن أكثر هذه المواد شيوعاً السيلكون Silicon والجرمانيوم Germanium وتستخدم في الدوائر الالكترونية وهي ذات أهمية كبيرة في التكنولوجيا الحديثة وتركيبها الذري كما في الشكل (٤).

ثانيا: المفاهيم الكهربائية:

مفهوم التيار الكهربائي The Current:

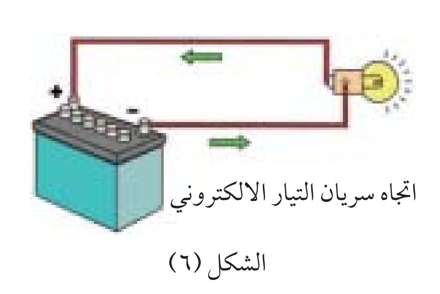
يعرّف بأنه سيل من الالكترونات الحرة في موصل (سلك) يسري من نقطة إلى أخرى تحت تأثير فرق الجهد، وهنالك نظريتان لسريان التيار وهما :

أ. نظرية سريان التيار من الموجب إلى السالب وهذه النظرية تطبق في أنظمة السيارات، ويسمى التيار الاصطلاحي كما في الشكل (٥)



الشكل (٥)

ب. نظرية الالكترونات وهي تطبق في الدارات الالكترونية وفيها يسري التيار من السالب إلى الموجب. كما في الشكل (٦)



الشكل (٦)

انواع التيار الكهربائي : ينقسم التيار الكهربائي إلى نوعين هما :

١. التيار المستمر (DC) Direct Current:

هو تيار ثابت الاتجاه و القيمة وفيه تتحرك الالكترونات في اتجاه ثابت كما هو موضح في الشكل رقم(٧)

فرق الجهد

التيار المستمر

+

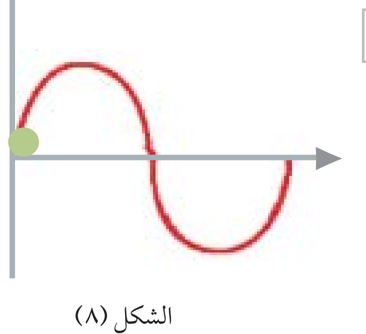
O

الزمن

الشكل (٧)

٢ . التيار المتردد Alternating Current (AC):

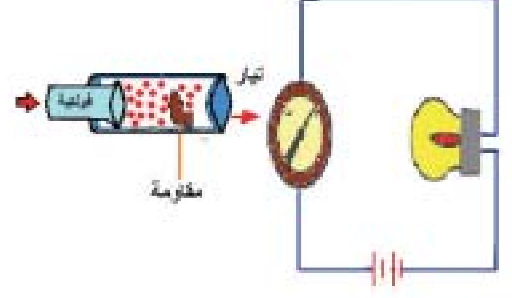
هو تيار متغير الاتجاه والقيمة باستمرار من السالب إلى الموجب، ومن الموجب إلى السالب، وتسمى عدد مرات التغيّر بالتردد، ويستخدم التيار المتردد في بلادنا في المنازل والمصانع، إذ تبلغ قيمة تردده ٥٠ هيرتز (Hz) كما هو موضح بالشكل رقم(٨).



الشكل (٨)

شدة التيار Current Intensity (A):

هو كمية الشحنات التي تمر في مقطع موصل في ثانية واحدة و يرمز له بالرمز (I)، ووحدة قياسة هي الأمبير (A) ولقياس شده التيار يوصل الاميتر على التوالي مع الحمل كما في الشكل رقم (٩).



الشكل (٩)

فرق الجهد Potential Difference(V):

هوفرق الضغط الكهربائي بين نقطتين في دارة كهربائية، ويرمز له بالرمز (V)ووحدة قياسه هي الفولت، والفولت هو الجهد الكهربائي اللازم لتوصيل تيار شدتة واحد أمبير في مقاومة قدرها واحد اوم، ولقياس فرق الجهد يوصل جهاز الفولتميتر على التوازي مع المصدر أو الحمل، كما في الشكل(١٠).

مقياس الجهد

جهد

الشكل (١٠)

القدرة (W) Power :

هي القدرة الناتجة عندما يسري تيار مقداره واحد امبير في موصل تحت تأثير فرق جهد مقدارة فولت واحد، ويرمز له بالواط (W).

المقاومة الكهربائية (R) Resistance :

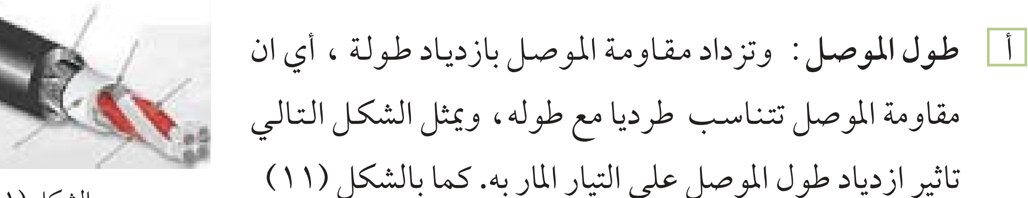
هي مقدار ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي، وتقاس بالاوم و يعرّف الاوم بأنه مقاومة موصل يمر فية تيار مقداره واحد امبير عندما يكون فرق الجهد على طرفيه واحد فولت.

وذلك حسب العلاقة التالية:

$$R = \frac{V}{I}$$

مقاومة الموصل

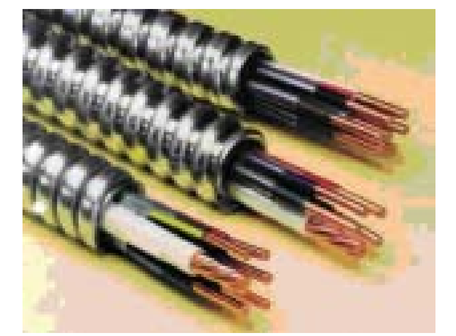
تعتمد مقاومة الموصل الكهربائي على ما يلي :





الشكل (١١)

أ **طول الموصل :** وتزداد مقاومة الموصل بازدياد طولة ، أي ان مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طوله، ويمثل الشكل التالي تاثير ازدياد طول الموصل على التيار المار به. كما بالشكل (١١)



الشكل (١٢)

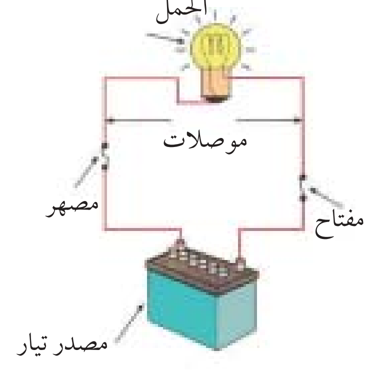
ب **مساحة مقطع الموصل :** تتناسب مقاومة الموصل تناسبا عكسيا مع مساحة مقطع الموصل ، أي انه كلما زادت مساحة مقطع الموصل قلت مقاومت، كما بالشكل(١٢).

جـ **نوع مادة الموصل :** يمكن مقارنة موصلية المواد المختلفة حسب المقاومة النوعية للمادة، وهي مقاومة عينية من المادة على هيئة موصل طوله (١) متر ومساحة مقطعة (١) مم ٢ عند درجة حرارة (٢٠) سليسيوس ، ووحدة قياسها هي (اوم . متر) ، ويرمز لها بالرمز (ρ).

د **درجة حرارة الموصل :** تتناسب مقاومة الموصل طردياً مع درجة الحرارة، أي انه كلما زادت درجة حرارة الموصل تزيد مقاومته لمرور التيار ، ويظهر ذلك جلياً في الموصلات المستخدمة في دارات السيارات .

الحمل الكهربائي(Load):

هو المستهلك للطاقة الكهربائية ويمكن أن تكون على عدة أشكال منه المقاومة الحرارية الكهربائية، مثل السخان الكهربائي، او الحمل الحثي، او أي جهاز يتم تشغيله بحيث يستهلك طاقه كهربائية في الدارة .
كما في الشكل (١٣)



الشكل (١٣)

ثالثاً: الدارات الكهربائية:

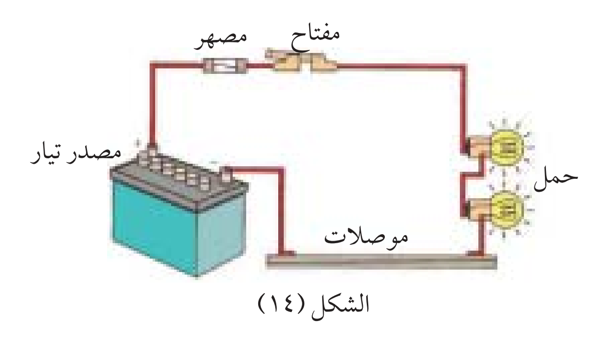
١ . الدارة الكهربائية البسيطة تتكون من:

أ . المصدر الكهربائي : هو الذي يوفر فرق الجهد اللازم لسريان التيار .

ب . الحمل الكهربائي : هو عبارة عن احد الأجهزة الكهربائية الذي يؤدي عملا نافعا ، مثل المصباح ، أو المحرك الكهربائي ، أو المدفأة .

جـ . الموصلات : هي التي يتم بواسطتها نقل التيار الكهربائي

د- المفتاح : هو نقاط الوصل والفصل ، لفتح واغلاق الدارة الكهربائية ويبين الشكل (١٤) دارة

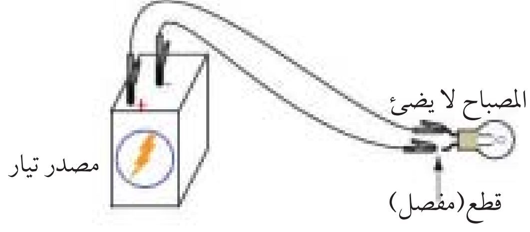


الشكل (١٤)

يمثل الشكل (١٤) دارة كهربائية تتكون من مصدر تيار وهي البطارية ومفتاح توصيل ومصباحين موصولين على التوالي وموصلات للتيار

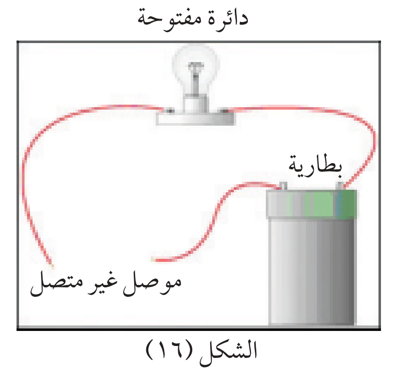
٢.الدارة الكهربائية المفتوحة:

وهي الدارة الكهربائية التي يكون احد أجزائها معطلا او مفصولا بحيث لايمر فيها التيار الكهربائي ، كما في الشكل رقم (١٥و١٦) فعندما يتم فصل المفتاح او يكون المصباح معطلا .



المصباح لن يضيء بسبب قطع في الدائرة

الشكل (١٥)



الشكل (١٦)

٣. الدارة الكهربائية المقصورة:

هي الدارة التي يحصل بين طرفي فرق الجهد فيها تماس ، وفي هذه الحالة يكون فرق الجهد بين هاتين النقطتين مختلف ، مما يسبب تدفقا كبيرا في التيار الكهربائي ، مما ينتج عنه حرارة عالية في الموصل ، حيث يحدث تماس كهربائي بين طرفي الدارة ، ويركب في الدارات الكهربائية مصهرات لفصل الدارة عند وصول التيار إلى التيار الى الحد الأقصى المسموح به ، فتعمل على حماية الدارة عند حالة حدوث تماس ، وتوصل هذه المصهرات على التوالي مع الحمل .

المقاومات الكهربائية:

لتحقيق عمل الدارات الكهربائية والإلكترونية يلزم استخدام مقاومات كهربائية بقيم وخصائص محددة تتناسب وعمل هذه الدارات.

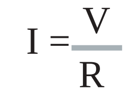
قانون أوم:

تعتمد قيم الجهد والتيار و المقاومة في الدارة الكهربائية على بعضها بعضا ، وقانون اوم هو القانون الذي يوضح العلاقة التي تربط الوحدات الكهربائية الثلاث ، وينسب هذا القانون إلى العالم الألماني جورج اوم وينص على أنه (يتناسب التيار المار في موصل تناسبا طرديا مع جهد المصدر وعكسيا مع المقاومة، ويمكن توضيحة بالمعادلة التالية :

المقاومة = فرق الجهد ÷ التيار

ويرمز للتيار (I) ت والجهد (V) ف ، والمقاومة (R)م .

والشكل التالي رقم (١٧) يوضح هذه العلاقه



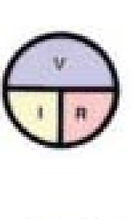
$$I = \frac{V}{R}$$

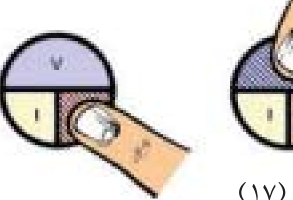
$$R = \frac{V}{I}$$

التيار (أمبير) : (I)

المقاومة (أوم)R

الجهد (فولت)





الشكل (١٧)

مثال

مصباح سيارة يعمل على جهد ١٢ فولت ، ومقدار مقاومة المصباح (٦) اوم، احسب شدة التيار المار في المصباح ؟

حسب قانون اوم : التيار = الجهد ÷ المقاومة

التيار = ١٢÷٦ = ٢ أمبير .

عند حسابات الدارات الكهربائية ، فان قانون اوم يطبق في حالة التيار المستمر (DC)، أما في التيار المتردد فأنه لا ينطبق على كل الدارات، مثل الدارات الكهربائية الحثية ، المحولات ، المواسعات .

انواع واشكال المقاومات:

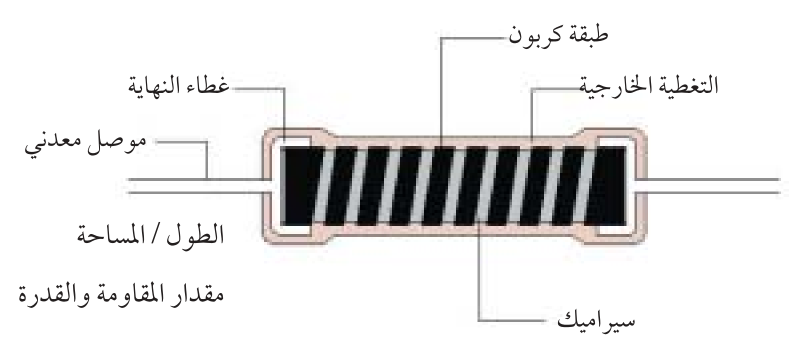
تصنع المقاومات باشكال مختلفة لها مقاومات معروفة وتتحمل تيارات كهربائية محددة ، وتقسم المقاومات إلى نوعين رئيسيين هما : المقاومات الثابتة والمتغيرة القيمة .

أ - المقاومات ثابتة القيمة Fixed Resistors :

هي المقاومات التي لها قيمة ثابتة، لا تتغير بتغير فرق الجهد عل طرفيها، وتكتب قيمتها على جسم المقاومة بشكل مباشر (ارقام) او بشكل غير مباشر (الوان)، وتقسم هذه المقاومات طبقا لمادة صنعها إلى المقاومات

كربونية و سلكية و غشائية كما يلي.

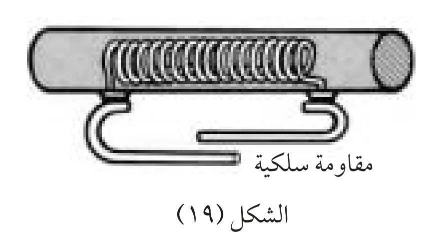
١) **المقاومات الكربونية** : تصنع المقاومة الكربونية باحجام و قيم مختلفة بحيث تتناسب قدراتها مع الدارات الكهربائية التي تركب فيها، وتصنع هذه المقاومات من مزيج من الكربون المسحوق ومادة غير موصلة مثل مسحوق السيراميك (الفخار) ، وتصب المادة بالشكل المطلوب (عادة يكون اسطوانيا) ثم تجفف بالحرارة ، ويرش طرفا المقاومة بمعدن حتى يمكن توصيلها بالأسلاك الخارجية، و الشكل التالي رقم(١٨) يوضح المقاومة الكربونية .



الشكل (١٨)

٢) **المقاومات السلكية** : تصنع من عدة لفات من سلك على دليل تشكيل معزول كما هو موضح في الشكل رقم (١٩) وتصنع مواد السلك من سبائك النيكل والكروم بسبب مقاومتها النوعية المرتفعة ، ومعامل مقاومتها الحراري المنخفض القيمة . ولوقاية مكونات المقاومة من تأثيرات الوسط المحيط تغطى بطبقة واقية من الطلاء الزجاجي، أو بخلطة من الرمل و الإسفلت .

وذلك حسب الشكل التالي رقم (١٩)

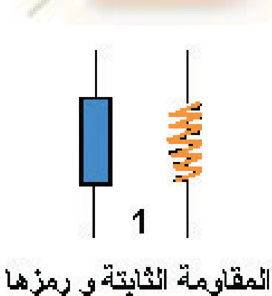


الشكل (١٩)

٣) **المقاومات الغشائية** : تشبه المقاومات الغشائية الثابته من حيث الشكل الخارجي المقاومات الكربونية ولكن تستبدل طبقة الكربون بطبقة معدنية، وهي اكثر دقة واعلى تكلفة منها. وتتواجد هذه المقاومات بثلاثة انواع ، هي : الغشاء الكربوني ، وغشاء الأكسيد المعدني (أكسيد القصدير) ، والغشاء المعدني (النيكل و الكروميوم) .

ويرمز للمقاومة الثابتة في الدوائر الكهربائية كما في الشكل التالي رقم (٢٠).

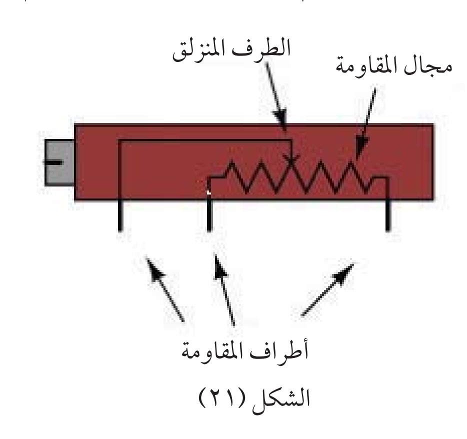




الشكل (٢٠)

ب المقاومات المتغيرة القيمة:(Variable Resistors) :

تعتبر مفاتيح التحكم بالصوت في أجهزة الراديو والتلفاز مثال للمقاومات المتغيرة ، ويمكن تغيير قيمتها بسهولة بتدوير مفاتيحها . وهناك مقاومات متغيرة يمكن بواسطتها الحصول على قيم من صفر إلى (١٠٠) اوم ، ومن صفر إلى (١٠٠٠) اوم ، وهكذا ... وللمقاومة المتغيرة ثلاثة اطراف ، طرفان يمثلان نهايتي المقاومة الكلية ، اما الطرف الثالث فيمكن الحصول من خلالة على مقاومة متغيرة مع احد اطراف المقاومة ، كما هو موضح في الشكل التالي رقم (٢١)



الشكل (٢١)

جـ المقاومات الخاصة : تصنع من مواد خاصة وبطرق خاصة مناسبة لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدارات الالكترونية ، ويختلف عملها عن عمل المقاومات العادية ، ومن هذه المقاومات :

أ مقاومة الثيرمستور : وهي مقاومة تتغير مقاومتها بشكل ملموس بارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها . وتستخدم في دارات الحماية من ارتفاع درجات الحرارة، كما يمكن استخدامها كمجس لدرجة الحرارة في دارات التحكم في أجهزة التدفئة أو التبريد وفي أجهزة قياس درجة الحرارة . ويوجد منها نوعان :

- مقاومات ذات معامل حراري سالب NTC :

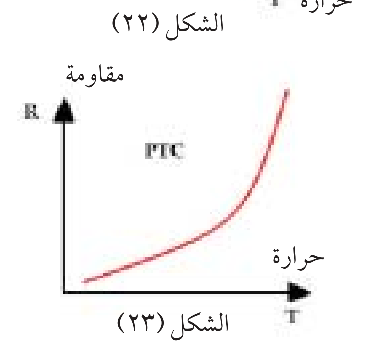


تنقص قيمة المقاومة ذات المعامل الحراري السالب، بازدياد درجة الحرارة الناتجة عن مرور التيار الكهربائي فيها. والشكل (٢٢) يبين العلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة.

الشكل (٢٢)

- مقاومة ذات معامل حراري موجب PTC :

تزداد قيمتها بارتفاع درجة الحرارة الناتجة عن مرور التيار الكهربائي ويبين الشكل (٢٣) العلاقة بين درجة الحرارة والمقاومة.



الشكل (٢٣)

ب مقاومة الفاريستور التابعة للجهد (VDR) :

تقل قيمة هذه المقاومة مع ازدياد الجهد المؤثر على أحد أطرافها وتستخدم أساساً في مجال وقاية المعدات الكهربائية من الارتفاع المفاجئ في الجهد الكهربائي .

وتوصل هذه المقاومة في الدارات على التوازي ، فعند حدوث أي ارتفاع مفاجئ للجهد بين طرفي الجهاز ، تقل مقاومة الفاريستور وتمتص جزأً من الجهد المفاجئ فتنكسر حدته . كما في الشكل (٢٤) .

الشكل (٢٤)

جـ مقاومة سلكية أو كربونية تعمل كمصهر :

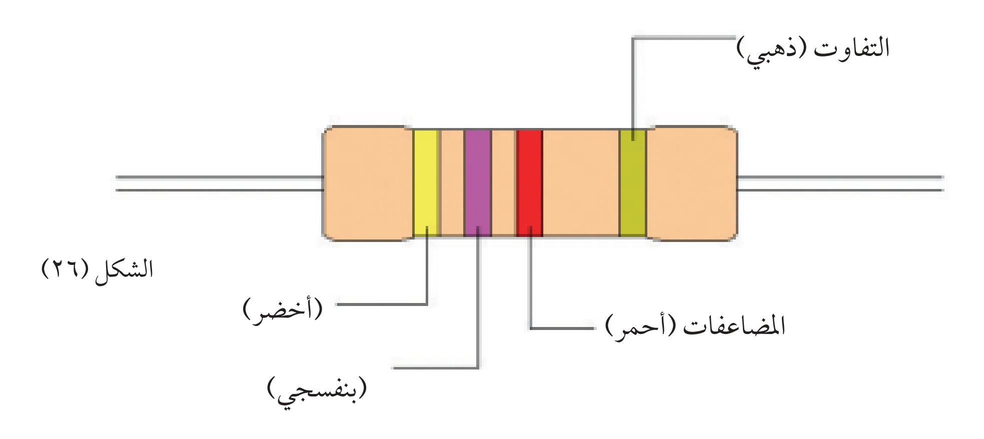
في حال المقاومة السلكية هناك طرفان ملحومان معاً ، لأحدهما خاصيّة زنبركية ، عند تجاوز التيار الحد المقرر تسخن هذه المقاومة إلى حد يصهر اللحام على الوصلة فتنفصل ، وينقطع مرور التيار الكهربائي ، وعند إصلاح العطل يمكن إعادة لحام الوصلة ، أما في حال المقاومة الكربونية فتستخدم مقاومة قيمتها أقل من(٢) اوم وقدرتها اقل من ربع واط ، وعندما تتعطل هذه المقاومة تحترق ويمكن استبدالها بمقاومة جديدة بعد إصلاح العطل ، وذلك كما في الشكلين التاليين (٢٥) .

زعانف ألمنيوم

الشكل (٢٥)

نظام ألوان المقاومات:

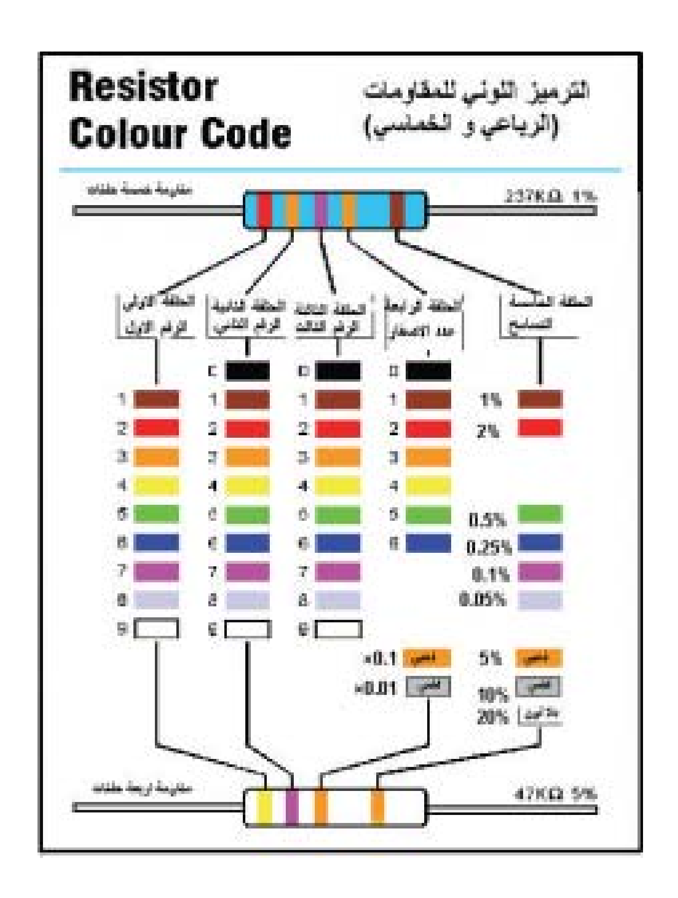
يعبر عن قيمة المقاومة الكربونية أو الغشائية برموز اصطلاحية للألوان ، إذ تطبع أشرطة الالوان على جسم المقاومة كما مبين في الشكل .



الشكل (٢٦)

ويوجد لكل لون قيمة معينة مصطلح عليها كما موضح في الجدول وألوان المقاومات ترتب كالتالي حسب الألوان :

اسود ، بني ، احمر ، برتقالي ، اصفر ، اخضر ، ازرق ، بنفسجي ، رمادي ، ابيض ، ذهبي ، فضي الشريط الثاني الرقم الثاني للمقاومة ، ويحدد الشريط الثالث المضاعف العشري (عدد الاصفار) ، اما الشريط الرابع فيحدد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظرية كما في الجدول التالي :



مثال

ما قيمة المقاومة التي ألوانها في الشريط(الحلقة) الأولى أزرق، والشريط الثاني أسود، والشريط الثالث برتقالي، والرابع فضي، مراعياً نسبة التفاوتات.

الحل : بالنظر إلى اشرطة الالوان المدموغة على جسم المقاومة، يتبين ان :

لون الشريط الاول ازرق ، ويقابل العدد (٦).

لون الشريط الثاني الاسود ، ويقابل العدد (صفر) .

لون الشريط الثالث برتقالي ، ويقابل المضاعف (١٠٠٠) .

لون الشريط الرابع فضي ، ويقاب نسبة التفاوت $\pm$ ١٠٪ .

توضع الارقام بجانب بعضها بدأً من اليسار، ويتبين ان :

قيمة المقاومة = ٦٠٠٠٠ أوم = ٦٠ كيلو اوم .

الحد الأعلى للقيمة = ٦٠٠٠٠+ ($\frac{١٠}{١٠٠}$ x ٦٠٠٠٠= ٦٦٠٠٠اوم = ٦٦كيلو اوم

الحد الأدنى للقيمة = ٦٠٠٠٠- ($\frac{١٠}{١٠٠}$ x ٦٠٠٠٠= ٥٤٠٠٠أوم = ٥٤ كيلو اوم

تلف المقاومات

تتلف المقاومة نتيجة لزيادة التيار المار فيها عن الحد المسموح به ، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها فينصهر السلك المكون للمقاومة السلكية أو تتفتت المقاومة الكربونية ، وينتج عن تلف المقاومة فتح الدارة ، ويتم اكتشاف عطل المقاومة بقياس قيمتها باستخدام الاوم ميتر ، بعد فصل مصدر التغذية عن الدارة وفصل احد اطراف المقاومة ، وهناك عطل آخر يسمى تغير القيمة نتيجة للاستعمال المتكرر ، حيث ترتفع قيمة المقاومة دون ان تحترق ، وعندها يجب استبدال المقاومة التالفة بأخرى لها نفس المواصفات من حيث القيمة بالأوم والقدرة القصوى بالواط .

توصيل المقاومات :

يمكن توصيل المقاومات بطرق ثلاثة هي :

أ – **التوصيل على التوالي** : يبين الشكل(٢٧) ثلاثة مقاومات R_1,R_2,R_3 متصلة على التوالي ، أي ان نهاية المقاومة الأولى متصلة مع بداية المقاومة الثانية ، ونهاية المقاومة الثانية متصلة مع بداية المقاومة الثالثة ، ويلاحظ من الشكل ، أنه يوجد في دارات التوالي مسار واحد للتيار ، حيث يسري التيار في جميع المقاومات ، وينتج عن ذلك فروق جهد V_3,V_2,V_1 على التوالي للمقاومات R_3,R_2,R_1 وإذا كان فرق جهد المصدر V والتيار المار في الذرة I والمقاومة الكلية R_T بتطبيق قانون آدم

$$I=\frac{V}{R}$$

$$V= I \times R$$

R1 R2 R3 I

الشكل (٢٧)

حيث :

$$V_3+V_2+V_1 =V$$

$$R_3 \times I + R_2 \times I + R_1 \times I = R_T \times I$$

$$\therefore$$

$$R_3 +R_2+R_1= R_T$$

أي أن المقاومة الكلية لمقاومات متصلة على التوالي تساوي المجموع الجبري لهذه المقاومات .

مثال

وصلت المقاومات (١٥)، و(٢٠) ، و(٣٠) اوم على التوالي ، احسب المقاومة الكلية .

الحل :

المقاومة الكلية = المقاومة الأولى + المقاومة الثانية + المقاومة الثالثة ($R_T = R_1 + R_2 + R_3$)

المقاومة الكلية = 15 + 20 + 30 = 65 اوم .

مثال

وصلت المقاومات (10Ω) ، (15Ω) ، (30Ω) ، على التوالي كما في الشكل التالي ، فاذا كان فرق الجهد المار في الداره (12) فولت ، إحسب :

أ . المقاومة الكلية .

ب . شدة التيار .

ج . فرق الجهد بين طرفي كل مقاومه .

الحل : بما ان المقاومات موصولة على التوالي ، فان التيار الكلي هو نفسة التيار المار في كل مقاومة .

وبتطبيق قانون اوم $V = I \times R$ حيث V فرق الجهد و I التيار و R المقاومة فان :

أ- المقاومة الكلية = $R_1 + R_2 + R_3$

$= 10 + 15 + 30$

$= 55$ اوم

ب- شدة التيار = فرق الجهد ÷ المقاومة

$I = \frac{12}{55} = 0.21$ أمبير

جـ - فرق الجهد : $V = I \times R$

$V_1 = I \times R_1$

$= 0.21 \times 10$

$= 2.1$ فولت

ويحسب فرق الجهد لباقي المقاومات بنفس الطريقة ، أي ان المقاومة الكلية تساوي مجموع المقاومات

$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_N$.

ب: التوصيل على التوازي :

يوضح الشكل (٢٨) كيفية توصيل المقاومات والبطاريات والمصابيح على التوازي ، حيث يظهر في الشكل ثلاث مقاومات موصوله على التوازي ، وفي هذه الحالة ، يكون فرق الجهد بين أطراف المقاومات المتصلة على التوازي ثابتاً، حيث يكون فرق الجهد بين طرفي المصدر يساوي فرق الجهد بين طرفي المصدر يساوي فرق الجهد بين طرفي كل من المقاومات الثلاث R_3,R_2,R_1، أي أن $V_3=V_2=V_1=V$، أما التيار في هذه الحالة، فيتفرغ إلى التيارات I_3,I_2,I_1 وتعتمد قيمة كل منها على المقاومة التي يمر فيها ويكون مجموع التيار الكلي يساوي : يلاحظ ان فرق الجهد ثابت وإن كل مقاومة لها قيمه مختلفة أو متساوية ويوزع التيار على المقاومات كل حسب قيمتها أي أن :

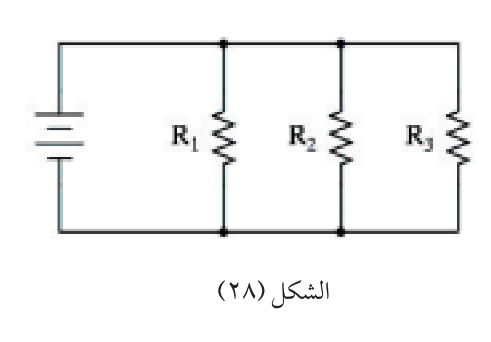
$$I_3+I_2+I_1=I$$

بتطبيق قانون آدم

$$\frac{V}{R_T}=I$$

$$\frac{V}{R_3}+\frac{V}{R_2}+\frac{V}{R_1}=\frac{V}{R_T}$$

$$\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_1}=\frac{1}{R_T}$$



الشكل (٢٨)

في دارات التوازي ، توصل المقاومات من أطراف بعضها مع طرفي المصدر كما في الشكل أعلاه، وبهذا يكون فرق الجهد على كل مقاومة مساوياً لجهد المصدر (١٢ فولت)، فيكون :

جهد المصدر = جهد المقاومة الأولى =جهد المقاومة الثانية ....الخ

إن دارات تغذية الاحمال الكهربائية بالطاقة الكهربائية في السيارات هي مثال لدارات التوازي كما موضح في الشكل، حيث توصل الاحمال الكهربائية على التوازي بين طرفي المصدر الرئيسي للطاقة الكهربائية (١٢) فولت، ويوصل كل حمل كهربائي بالمصدر بواسطة خطين هما ، الخط الموجب والخط السالب، وهكذا يحصل كل حمل كهربائي على جهد المصدر الرئيسي أي (١٢) فولت .

وعند توصيل مقاومتين على التوازي فإن :

الجهد الكلي $V_T = V_1=V_2=V_3$

المقاومة المكافئة = حاصل ضرب قيمة المقاومتين ÷ حاصل جمع المقاومتين بشرط أن تكون مقاومتين .

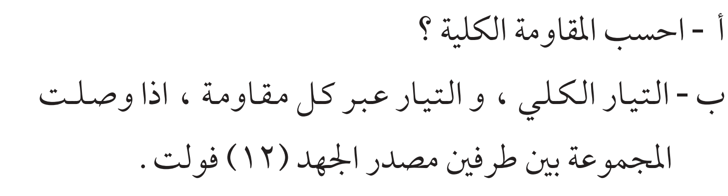
المقاومة المكافئة = $\frac{R_1 \times R_2}{R_2 + R_1}$

وبشكل عام تكون المقاومة المكافئة لمجموعة من المقاومات الموصولة على التوازي كما يلي :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots\cdots\cdots \frac{1}{R_n}$$

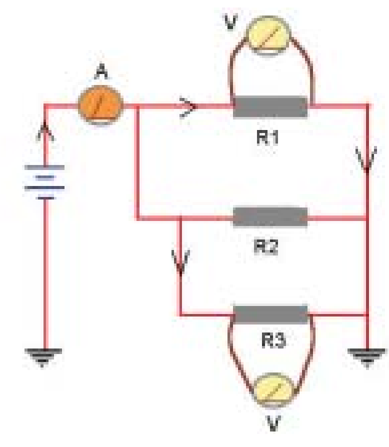
والتيار المكافئ هو مجموع تلك التيارات= $I_t = I_1 + I_2$

مثال
وصلت المقاومات (R_1) =8 اوم ، و (R_2) = 6 اوم ، و(R_3) = 4 اوم على التوازي كما في الشكل ادناه :



أ - احسب المقاومة الكلية ؟

ب - التيار الكلي ، و التيار عبر كل مقاومة ، اذا وصلت المجموعة بين طرفين مصدر الجهد (١٢) فولت .



الحل : أ – المقاومة الكلية =

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{8} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}$$ بتوحيد المقامات

$$\frac{1}{R_T} = \frac{6+4+3}{24} = \frac{13}{24}$$

$R_t = 1.84$ Ω

ب - التيار الكلي : $I_t = I_1 + I_2$

$$I_t = \frac{V}{R_T}$$

التيارات الفرعية :

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{8} = 1.5$$ أمبير التيار المار في المقاومة الاولى .

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{6} = 2$$ امبير التيار المار في المقاومة الثانية .

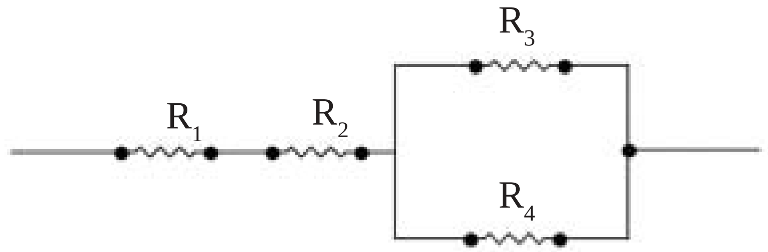
$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{4} = 3$$ امبير التيار المار في المقاومة الثالثة .

التيار الكلي : $I_t = I_1 + I_2 + I_3$

$I_t = 1.5 + 2 + 3 = 6.5$ أمبير

التوصيل المركب:

يمكن الجمع بين التوصيل على التوالي والتوازي كما في الشكل التالي ادناه ، وفيه المقاومات (R_1) ، (R_2) موصولة على التوالي ، (R_3) موصولة على التوازي مع (R_4) ، في حالة المزج بين التوصيل على التوالي و التوازي في دارة ما ، فإن يعرف ذلك بالتوصيل المركب .



مثال

احسب المقاومة الكلية و التيار الكلي في حالة مفتاح A , B مغلق .

حيث ان $R_1 = 2\Omega$ ، $R_2 = 10\Omega$ ، $R_3 = 8\Omega$ ، $R_4 = 6\Omega$ و الجهد الكلي =12 فولت .

الحل : المقاومة R_2 وR_1 متصلة على التوالي وتصبح كأنها مقاومة واحدة ولتكن R_n

$R_n = 10 + 2 = 12$ أوم .

المقاومة R_n موصولة على التوازي مع بقية المقاومات .

المقاومة R_n متصلة على التوازي مع R_4 وR_3

$$\frac{1}{6} \quad \frac{1}{R_t}$$

المقاومة الكلية =

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{4+3+2}{24} = \frac{9}{24}$$

= 2.66 أوم

التيار الكلي= $\frac{V_t}{R_t} = \frac{12}{2.66} = 4.51$ أمبير

رابعا: الطاقة و القدرة الكهربائية:

القدرة الكهربائية:

القدرة : هي مقدار الشغل (الطاقة) الكهربائي المبذول في الثانية الواحدة، وتعبر عن معدل استهلاك الطاقة الكهربائية، وعليه فان: القدرة =الطاقة بالجول ÷ الزمن بالثواني.

تعرف وحدة قياس القدرة بـ «الجول في الثانية» وتسمى ايضا «الواط»نسبة للعالم «جيمس واط» مخترع الآلة البخارية، ويرمز للواط بالحرف (W) . والقدرة الكهربائية تساوي التيار مضروبا في الجهد، أي ان :

القدرة بالواط = التيار بالأمبير x الجهد بالفولت، (IV=P) ويمكن استخدام قانون اوم لاشتقاق معادلة القدرة $P = I^2 \times R$

حيث ان : القدرة بالوط = P

شدة التيار بالامبير = I

الجهد بالفولت = V

المقاومة = R

وبما ان الواط وحدة صغيرة، لذلك يستخدم الكيلو واط كوحدة عملية لقياس القدرة، وهو يساوي (١٠٠٠) واط، ويرمز له بالحرفين (kW).

مثال

مسخن كهربائي جهدة (٢٠٠) فولت / يسحب تيارا مقداره (١٠) امبير . احسب قدرة المسخن بالواط و الكيلو واط ؟

الحل :

الجهد = (١٢) فولت

التيار = (١٠) امبير

القدرة = (. . .)

تكتب العلاقة المطلوبة كما يلي :

القدرة = التيار x الجهد = I xV

القدرة بالواط = 10 x 200= 2000 واط

القدرة بالكيلو واط = $\frac{2000}{1000}$

= 2 كيلوواط

القدرة الضائعة في المقاومات :

تضيع القدرة الكهربائية على شكل حرارة في الموصلات والمقاومات و العناصر الالكترونية الاخرى ، وفي بعض الاحيان تكون هذه الحرارة مفيدة كما في المسخنات والأفران الكهربائية، وقد تكون غير مفيدة في العديد من الأجهزة الأخرى ، وربما تكون ضارة ، كما في الموصلات والمحركات والمحولات . وبما أن المقاومات تقوم بتضييع القدرة ، فإنه يجب ايجاد علاقة تعبر عن القدرة الضائعة في المقاومة ، وهنالك شكلين لهذه العلاقة هما :

أ – القدرة بدلالة التيار والمقاومة : القدرة = التيار^٢ x المقاومة

$P = I^2 \times R$

ب – القدرة بدلالة الجهد والمقاومة = (الجهد^٢) ÷ المقاومة

= (الجهد^٢) ÷ المقاومة

$$P = \frac{V^2}{R}$$

مثال

مسخن كهربائي مقاومتة (٢٠) اوم ، يسري فيه تيار شدته (٥) أمبير ، احسب قدرته .

الحل :

التيار = (5) أمبير

المقاومة = (20) اوم

القدرة = (. . . . .)

تكتب العلاقة المطلوبة كما يأتي :

القدرة = التيار ٢ x المقاومة = $R \times I^2$

$= 5^2 \times 20$

$= 25 \times 20 = 500$ واط

القدرة الحصانية:

تعطى قدرة المحركات والمضخات الكهربائية في بعض الاحيان بوحدة الحصان الميكانيكي، أو القدرة الحصانية (Horse Power) وهي تعادل (٧٤٦) واط، ويرمز لها بالحرفين . (hP) وقد وضعت هذه الوحدة لقياس القدرة من قبل جيمس واط الذي كان يعمل في مجال تصنيع المحركات البخارية ، وكان يسأل (كم حصان يكافئ هذا المحرك) ، ونتيجة لتجاربه الكثيرة التي استنتج فيها أن الحصان اذا ركض حول دولاب لرفع ثقل لمدة مناسبة من الزمن فمعدل ما ينجزه من شغل هو ٧٤٦ واط . ومن المناسب أن تتذكر بأن الحصان الواحد يساوي $\frac{3}{4}$ كيلو واط تقريبا .

معامل القدرة :

ذكرنا في الفقرات السابقة أن القدرة بالواط في دارات التيار المستمر هي حاصل ضرب الجهد في التيار، او مربع التيار في المقاومة ، ويعبر الناتج عن القدرة الحقيقية .

أما في دارات التيار المتغير ، فإن حاصل ضرب الجهد في التيار لا يمثل القدرة الحقيقية بالواط ، وانما يسمى القدرة الظاهرية، وتقاس بوحدة الفولت أمبير ، ويرمز لها بالحرفين .(VA) وللتعبير عن القيمة الحقيقية في دارات التيار المتغير ، لابد من ضرب هذه الكمية في معامل آخر يعرف باسم معامل القدرة (Power Factor) .

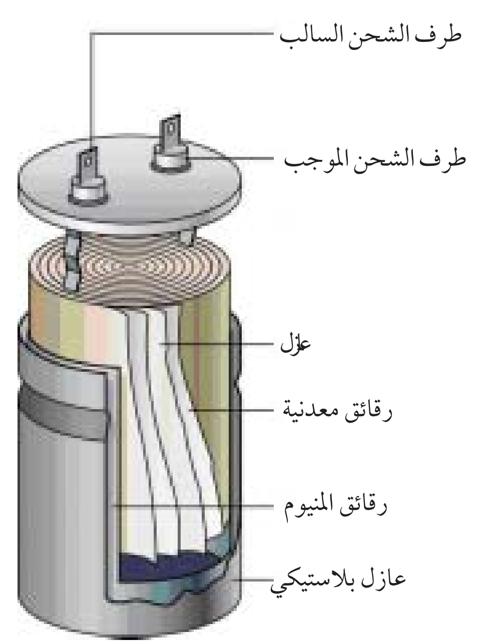
وبهذا فان القدرة الحقيقية = الجهد x التيار x معامل القدرة

$P = V \times I \times f$

إن معامل القدرة المثالي يساوي (١) صحيح ، وفي هذه الحالة فإن القدرة الحقيقية بالواط تعادل القدرة الظاهرية بالفولت أمبير . وفي الحقيقة فإن معامل القدرة لا يمكن أن يساوي (١) صحيح إلا اذا كان الحمل الكهربائي عبارة عن مقاومة بحته، كما في المسخنات والمصابيح المتوهجة ، أما في الاحمال الكهربائية التي تحتوي على ملفات ومواسعات كما في محركات التاثيرية والمصابيح المتألقة مثل الفلور سنت، فإن معامل القدرة يكون منخفضاً أي اقل من (١) صحيح فمثلا للمحركات التاثيرية الصغيرة معامل قدرة منخفض قد يبلغ(٦ , ٠) تقريباً ، وهذا يعني انه يمكن الاستفادة من ٦٠٪ من التيار المسحوب من المصدر لاعطاء عمل مفيد . ومن هذه الملاحظة تبرز اهمية تحسين معامل القدرة .

خامساً: المواسعات

تمهيد : درست في درس سابق المقاومة الكهربائية بوصفها احد عناصر الدارة الكهربائية ، والآن ستتعرف على عنصر آخر من عناصر الدارة الكهربائية ، وهو المواسع الكهربائي . (Capacitor) فالمواسع هو عنصر كهربائي يقوم باختزان الطاقة الكهربائية اثناء عملية الشحن ، واطلاقها في اثناء عملية التفريغ . وفي هذا الدرس سنشرح تركيب المكثفات وانواعها وخصائصها المختلفة.

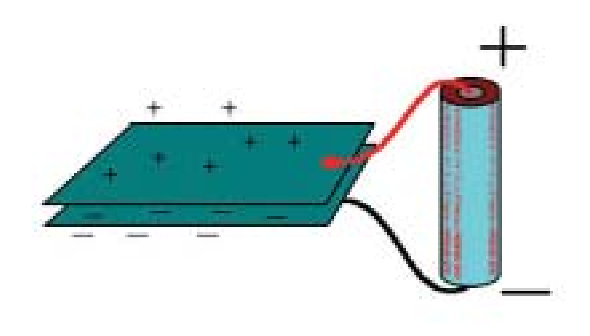


الشكل (٢٩)

١ - **تركيب المواسع** : يتكون المواسع في ابسط اشكاله من لوحين معدنيين متوازيين يفصل بينهما مادة عازلة، مثل الهواء او الورق المشبع بالزيت، أو من مواد بلاستسكية أو الميكا أو من السيراميك، ويوصل بكل لوح من لوحي المواسع طرف التوصيل . ويبين الشكل(٢٩) طريقة تركيب المواسع في ابسط اشكاله .

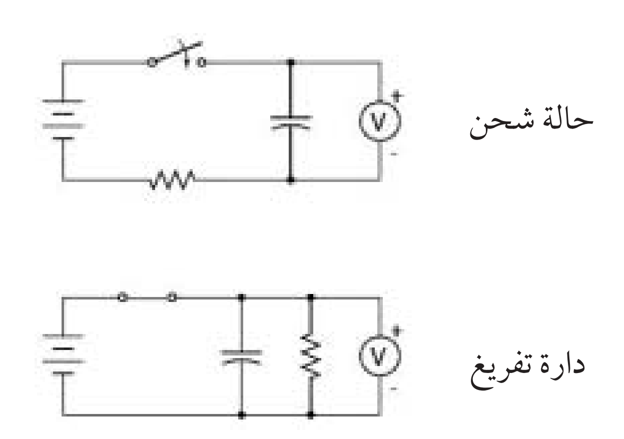
٢ - **شحن و تفريغ المواسع** :

عند اغلاق المفتاح ، تقوم البطارية بسحب الالكترونات الحرة الموجودة على اللوح العلوي للمكثف باتجاه قطبها الموجب ، كما تقوم بدفع كمية متساوية من الالكترونات من قطبها السالب نحو اللوح السفلي للمكثف ، ونتيجة لذلك يمر تيار في الدارة تتحدد قيمتة بواسطة المقاومة . ان غياب الالكترونات الحرة من اللوح العلوي يعطية شحنة سالبة ، ويؤدي ذلك الى توليد فرق جهد بين لوحي المكثف


الشكل (٣٠)

يستمر شحن المكثف حتى يصبح فرق الجهد بين لوحيه مساويا للجهد بين قطبي البطارية . الشكل (أ)، يستمر مرور التيار في الدارة حتى يصبح الجهد على طرفي المكثف مساويا لجهد البطارية ، فيتوقف مرور التيار لأنة لم يعد يوجد فرق جهد بين المكثف والبطارية .

ويبين الشكل (٣٠) انه في الوقت الذي يكون فيه المكثف مشحونا ، يمكن فتح المفتاح و سيحافظ المكثف بعد ذلك على الشحنة الموجودة بين الواحة . وعند قطعالتيار عن المكثف يمكن استخدامة لفترة قصيرة كمصدر جهد ، ويتم تفريغ شحنته عند وصله بحمل كهربائي ، حيث تعود الواحه الى



الشكل (٣١)

العمل مرة اخرى . وتلاحظ كذلك بان تيار الشحن او التفريغ يمر في الدائرة الخارجية ولا يمر عبر المكثف نفسة ، نظرا لوجود المادة العازلة بين لوحي المكثف .

وحدات السعة الكهربائية (Capacitance) هي قياس مقدار الشحنة التي يستطيع ان يختزنها مواسع عند تطبيق جهد معين عليه، ويرمز لها بالحرف (C) . وتقاس بوحدة الفاراد نسبة الى العالم فارادي ، ويرمز للفاراد بالرمز (. . .) . وتقدر سعة المواسع بالعلاقة التالية :

$$C = \frac{Q}{V}$$

السعة بالفاراد = الشحنة المخزونة بالكولوم ÷ فرق الجهد بين الألواح بالفولت

ان مواسع سعته (١) فاراد يكون ضخما جدا ، ولذا تستعمل وحدات المايكرو فاراد (uF) و النانو فاراد (nF) و البيكو فاراد (pF) في التطبيقات العملية ، علما بان :

* – الميكرو فاراد (uF) = ١×١٠^{-٦} فاراد
* – النانو فاراد (nF) = ١×١٠^{-٩} فاراد
* – البيكو فاراد (pF) = ١×١٠^{-١٢} فاراد

العوامل التي تؤثر على السعة : تتحدد سعة أي مواسع بواسطة العوامل الثلاثية التالية :

أ – مساحة اللوحين المتقابلين : تتناسب سعة المواسع طردياً مع هذه المساحة ، حيث ان مضاعفة لوحي المكثف يؤدي الى مضاعفة عدد الالكترونات التي يمكن تخزينها على لوحي المواسع ، مما يؤدي الى مضاعفة الجهدالكهربائي بين لوحي المواسع .

ب – المسافة الفاصلة بين اللوحين (سمك العازل) : تتناسب سعة المواسع عكسيا مع سمك العازل حيث يمكن مضاعفة سعة المواسع ايضا بتقليل المسافة الفاصلة بين لوحيه الى نصفها ، لأن مسار خطوط الجهد الكهربائي ينخفض الى النصف ، وهذا يضاعف الجهد الكهربائي الذي يضاعف بدوره سعة المواسعات .

جـ- نوع المادة العازلة : ان معظم العوازل تدعم خطوط الجهد الكهربائي بسهولة اكثرمن الهواء ، ومقدار السهولة التي يدعم بها عازل ما خطوط الحقل الكهربائي ، يدل عليها برقم يسمى بثابت العزل ، فالهواء مثلا له ثابت عزل هو (١) ، بينما السيراميك له ثابت عزل قدره (١٠٠) ، لذا فهو يزيد سعة المكثف بمقدار (١٠٠)مرة . وهكذا ، فان سعة المكثف تتناسب طرديا مع قيمة ثابت العزل .

انواع المكثفات :

١ **المكثفات الثابتة القيمة** : هو المكثف المحدد السعة من قبل الشركة الصانعة ، حيث يسجل على جسمة مقدار سعتة ومقدار فرق الجهد الاقصى المسموح ان يؤثر على طرفيه ، ويبين الشكل التالي بعض الاشكال الشائعة للمكثفات الثابتة القيمة المستخدمة في الدارات الالكترونية .

ومن أنواع المكثفات ثابتة القيمة المكثفات الثابتة القيمة تبعا لنوع المادة العازلة :

أ **المكثف الورقي** : ويتكون من طبقتين من الالمنيوم بينهما طبقة رقيقة من الورق المشبع بالشمع او بالزيت ، وتلف المجموعة معا ثم تغلف بمادة كيميائية او تحفظ في وعاء معدني صغير محكم الاغلاق او في اناء معدني مملوء بالزيت ، وذلك من اجل زيادة خاصية العزل في الورق والمساعدة على حفظ المكثف من الحرارة الزائدة . وذلك كما مر في الشكل رقم (٣٥)

ب **المكثفات البلاستيكية** : تستخدم هذه الانواع اغشية من مادة بلاستيكية عوضا عن صفائح الورق . ومن بعض انواع المواد البلاستيكية العازلة الشائعة : البوليستر ، والبوليستير ، والبيكربونات ، والبوليبروبلين . وذلك كما في الشكل (٣٢)

جـ **مكثف الميكا** : يتكون من شرائح رقيقة من المايكا كوسط عازل بين الواح معدنية ، وقد تطلى شرائح المايكا ذاتها بطبقة رقيقة من الفضة لتحل محل الالواح المعدنية ، ويسمى المكثف في هذه الحالة مكثف المايكا الفضي ، ويغلف بطبقة عازلة يبرز منها طرفا التوصيل .

د **مكثف السيراميك** : يتكون هذا النوع من لوح من السيراميك يغطي وجهيه طبقتان معدنيتان هما لوحا المكثف .

هـ **المكثفات الكيميائية (الالكتروليتية)** : من مميزات



الشكل (٣٢)

يبين الشكل ٣٢ أنواع مختلفة من المكثفات منها :

هذه المكثفات ان سعتها كبيرة و حجمها صغير . ويتركب هذا النوع من عدة طبقات هي :
لوح من الالمنيوم (سفلي) ، وطبقة عازلة من اكسيد الالمنيوم ، وطبقة من الورق مشبعة بمادة كيميائية مناسبة مثل بورات الامونيوم ، ولوح من الالومنيوم (علوي) . فعند توصيل المكثف مع جهد تغذية مستمر ، يشكل اللوح السفلي القطب الموجب للمكثف ، ويصبح اكسيد الالومنيوم المترسب عليه هو الوسط العازل باعتبارة عازلا جيدا بينما تشكل طبقة الورق و اللوح العلوي القطب السالب للمكثف .

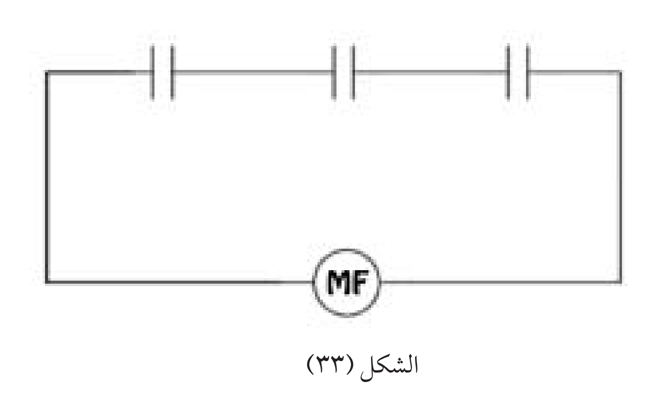
و **مكثفات التيتانيوم الالكترونية** : يمكن استخدام التنتاليوم بدلا من الالومنيوم ، ويسمى المكثف في هذه الحالة مكثف التنتاليوم ، وهي اكثر تكلفة من مكثفات الالومنيوم الالكترونية ، الا انها اعلى جودة و اصغر حجما من نظيراتها من مكثفات الالومنيوم .

ب المكثفات المتغيره القيمة: (Variable capacitors)
يتكون هذا النوع من المكثفات من صفائح متوازية من الالومنيوم او النحاس على شكل دائري او بيضاوي مثبتة على محور قابل للدوران بطريقة تسمح لهذه الصفائح بالتداخل مع مجموعة من صفائح اخرى مساوية لها في المساحة ، وتكون المادة العازلة في هذا النوع من المكثفات هو الهواء .

توصيل المكثفات :

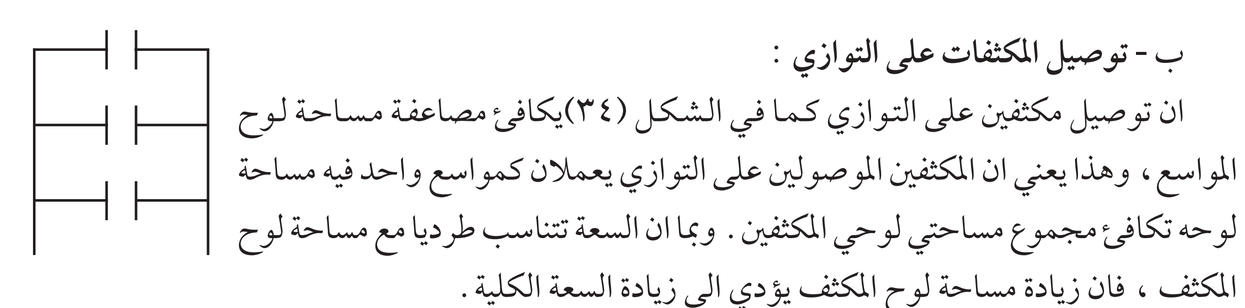
يمكن وصل المكثفات على طريقتين هما :
أ - التوصيل على التوالي :
ان المكثفين الموصولين على التواليكما في الشكل (٣٣) يعملان معا كمكثف واحد فيه سماكة العازل تكافئ مجموع سماكتي العازل في المكثفين ، وبما ان السعة تتناسب تناسبا عكسيا مع المسافة الفاصلة بين اللوحين ، فان زيادة سماكة العازل تؤدي الى تخفيض قيمة السعة الكلية .
قانون توصيل المكثفات على التوالي :

$$\frac{١}{C_t} = \frac{١}{C_1} + \frac{١}{C_2} + \frac{١}{C_3} + \dots + \frac{١}{C_n}$$



الشكل (٣٣)

ب - توصيل المكثفات على التوازي :



ان توصيل مكثفين على التوازي كما في الشكل (٣٤)يكافئ مضاعفة مساحة لوح المواسع ، وهذا يعني ان المكثفين الموصولين على التوازي يعملان كمواسع واحد فيه مساحة لوحه تكافئ مجموع مساحتي لوحي المكثفين . وبما ان السعة تتناسب طرديا مع مساحة لوح المكثف ، فان زيادة مساحة لوح المكثف يؤدي الى زيادة السعة الكلية .

الشكل (٣٤)

قانون توصيل المواسعات على التوازي : $C_t = C_1 + C_2 + C_3 \ldots\ldots\ldots C_n$

الثابت الزمني للشحن : يشحن المكثف عادة بواسطة مصدر كهربائي خلال المقاومة ، كمافي الشكل (أ)، فعند اغلاق المفتاح يبدأ المكثف بالشحن من المصدر الكهربائي ، ويمر في المكثف تيار كبير نسبيا لا يلبث ان يتناقص حتى يصبح صفراً عند انتهاء الشحن . ويكون فرق الجهد بين طرفي المكثف عند بدء الشحن صفراً ثم يتزايد تدريجياً حتى يصبح مساوياً لفرق جهد المصدر الكهربائي عند نهاية الشحن .

الثابت الزمني للشحن : هو الزمن اللازم لشحن المكثف الى ان تصل الفولتية بين طرفية الى ٦٣٪ من قيمة فولتية المصدر ، وتكون قيمتة حسب المعادلة الاتية $T=RC$:

حيث ان : T = الثابت الزمني بالثانية

R = المقاومة بالاوم

C = سعة المكثف بالفاراد

ويمكن الاستفادة من خاصيتي شحن المكثف وتفريغة في كثير من التطبيقات العمليه ، ومنها دارات اجهزة التوقيت الالكترونية ، ودارات انتاج الموجات الالكترونيه (المذبذبات) .

مثال
سعة مواسع ٢ ميكرو فاراد وقيمة المقاومة (٢٠٠) كيلو اوم . احسب الثابت الزمني لشحن المكثف والزمن اللازم لشحن المكثف بصورة كاملة .

الحل :

$$T = R \times C$$

$$= 200 \times 10^{3} \times 2 \times 10^{-6}$$

$$= 200 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$T = \frac{400}{1000}$$

$= 0.4$ ميلي ثانية

ترميز المكثفات :

تطبع على جسم المكثف قيمة سعة المكثف و قطبيتة ، وقيمة السماح في سعتة (الدقة) ، ودرجة حرارة التشغيل القصوى . في الفقرات التالية تفسير الرموز المستخدمة حسب نوع المكثف

١ - السعة : تكون السعة دائما بالمايكرو فاراد إلا اذا وجد الرمز N فهذا يعني ان السعة بالنانو فاراد .

٢ - الجهد : يعطى كرقم يتبعه الحرف V واحياناً لا يكتب الحرف V .

٣ - الدقة : تحدد قيمة الدقة في سعة المكثف حسب الحروف الابجدية التالية :

التفاوت	الحرف
٪١	F
٪٢	G
٪٥	J
٪١٠	K
٪٢٠	M
٪٣٠	N

أعطال المكثفات :

قد تتعرض المكثفات المستخدمة في الدارات الكهربائية و الالكترونية الى انماط الاعطال الاتية :

١ - **دارة القصر (الشورت)** : ينتج هذا العطل من اتصال لوحي المكثف معاً نتيجة انهيار العازل الذي قد ينتج بدوره من تعريض المكثف لفولتية اعلى من فولتية انهياره ، او تشغيلة في ظروف ترتفع فيها درجة حرارتة عن الحد المسموح بة . وهذا العطل من اكثر اعطال المكثفات شيوعاً ، وعند قياس مقاومتة يظهر مقاومة منخفضة قد تصل الى الصفر .

٢ - **المكثف يتصرف كانه مقاومة** : يعطي مقاومة ثابتة عند قيا مقاومتة و تكون مقاومتة ثابتة عند قياسها ، وينتج هذا العطل عادة عند فقد الوسط العازل لخصائصة فيتصرف وكانه مقاومة .

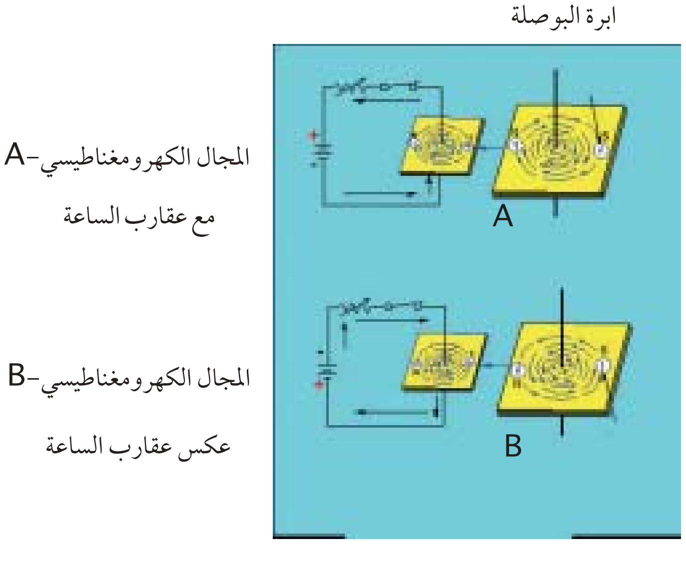
٣ - **دارة مفتوحة** : ينتج هذا العطل عادة من انفصال احد اطرافة او انفجارة كمايحدث للمكثف الكيماوي .

٤ - **تغير السعة** : تتغير سعة المكثف في هذه الحالةالى سعة اكبر من سعتة المقررة او اقل بشكل ملحوظ ، وينتج هذا الخلل بسبب تشغيلة في ظروف غير صحيحة . ويمكن الكشف عن هذا العطل بقياس سعته .

ابرة البوصلة

سادسا: الكهرومغناطيسية:

تمهيد : يبحث موضوع الكهرومغناطيسية في المجالات و القوى المغناطيسية الناتجة عن التيار الكهربائي وخواصها و استعمالاتها . وحيث ان الكثير من الاجهزة و الادوات التي تستخدم يوميا تعمل بنظرية الكهرومغناطيسية ، كالمحركات و المولدات و المحولات ، وتعرف المواد المغناطيسية بانها تلك المواد التي تجذب او تتنافر بواسطة مغناطيس ، ويمكن ان تمغنط . فالحديد والصلب هما اكثر المواد المغناطيسية شيوعاً .



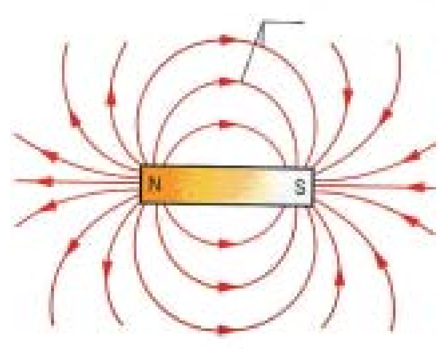
الشكل (٣٥)

المبادئ الاساسية للمغناطيسية :

أ - **المواد المغناطيسية** : هي المواد التي تتأثر بقوة جذب المغناطيس مثل الحديد و النيكل كما في الشكل (٤١) يلاحظ تجمع برادة الحديد على طبق الورق المقوى فوق قضيب مغناطيسي ، وتمثل برادة الحديد خطوط المجال المغناطيسي المتجهة من القطب الشمالي للمغناطيس الى القطب الجنوبي وتسمى مجموع خطوط المجال المغناطيسي بالتدفق المغناطيسي و وحدة قياس كثافة التدفق المغناطيسي هي التسلا .

- **المواد الغير مغناطيسية** : هي المواد التي لا تتأثر بقوة جذب المغناطيس مثل النحاس والومنيوم و البلاستيك .

جـ المغناطيس الطبيعي : هو احد خامات الحديد الموجودة في الطبيعة ، وقد اكتشفة الاغريق القدماء بالقرب من مدينة مغنيسيا . ويظهر الشكل (٣٦) المغناطيسيه بابسط اشكالها .



الشكل (٣٦)

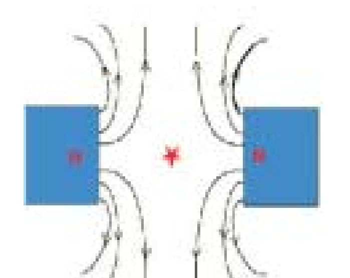
د - **المغناطيس الصناعي** : ويصنع من المواد المغناطيسية المعروفة في الطبيعة أو من سبائكها ، وتجري عليها عملية المغنطة باحدى الطرق التالية :

- المغنطة بالدلك : وهو دلك قضيب من مادة مغناطيسية بمغناطيس آخر .
- المغنطة بالتاثير : بوضع المادة المغناطيسية بالقرب من مغناطيس آخر .
- المغنطة بالكهرباء : بتمرير تيار كهربائي في موصل ملفوف حول قلب من مادة مغناطيسية . وهذه الطريقة هي الاكثر شيوعاً في الحياة العملية .

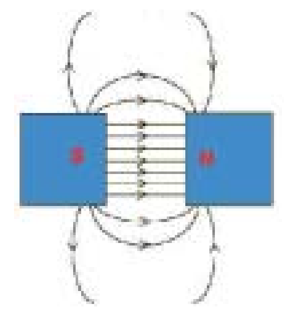
هـ- **اقطاب المغناطيس** : لكل مغناطيس قطبين : قطب شمالي و قطب جنوبي ويرمز للقطب الشمالي بالرمز (N) وللقطب الجنوب بالرمز (S) وتتمركز قوة المغاطيس عند قطبية ، وتضعف كلما اتجهت الى منتصفة.

وقد دلت التجارب العلمية على ما يلي :

الاقطاب المتشابهة تتنافر



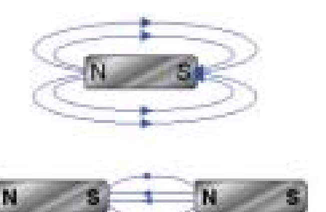
الاقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب

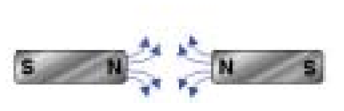


الشكل (٣٧)

خطوط القوى المغناطيسية : يتمثل المجال المغناطيسي بخطوط القوى المغناطيسية، وهي خطوط وهمية تبين المسار الذي يتخذه قطب شمالي صغير فيما لو ترك حر الحركة في منطقة الحقل المغناطيسي للمغناطيس .

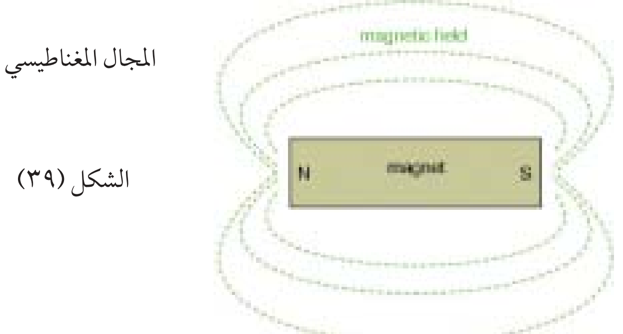
ان خطوط القوى المغناطيسية التي تشكل المجال او الحقل المغناطيسي لا يمكن رؤيتها ، ولكن اذاى تم وضع مغناطيس تحت قطعة من الكرتون او الزجاج ، ونثرت برادة حديد فوقها ، ستتوجة برادة الحديد بحسب خطوط القوى المغناطيسية ، وعند ذلك يمكن ان ترى خطوط القوى المغناطيسية كما في الشكل اسابق (٣٧)خطوط القوى المغناطيسيه . وكذلك في الشكل (٣٨)





الشكل (٣٨)

مميزات خطوط القوى المغناطيسية : تتجه خطوط القوى المغناطيسية الخارجة من جسم مغناطيسي من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي ، اما داخل الجسم المغناطيسي فتكتمل مساراتها من القطب الجنوبي الى القطب الشمالي ، وهذا يعني ان خطوط القوى المغناطيسية هي خطوط متصلة ، كل خط فيها له مسار مقفل . حسب الشكل ٣٩ .



المجال المغناطيسي

الشكل (٣٩)

الكثافة المغناطيسية : هي عدد خطوط القوى المغناطيسية المتدفقة عبر وحدة المساحة (المتر المربع) ، وتقاس بوحدة تسمى تسلا (Tesla) .

والكثافة المغناطيسية تعبر عن شدة أو قوة المجال المغناطيسي .

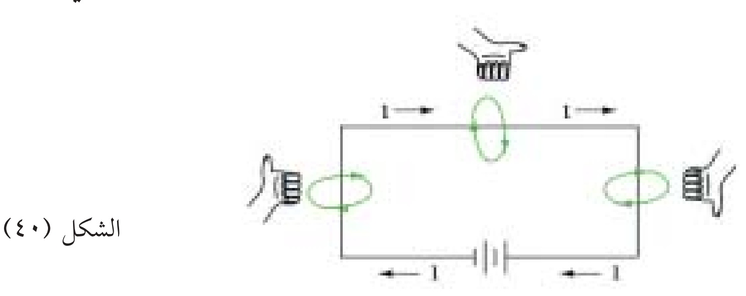
اما المجموع الكلي للخطوط في قطعة حديد ممغنطة ، فتقاس بوحدة الويبر (Weber)، حيث ان (١) تسلا تساوي (١) ويبر / متر مربع .

النفاذية المغناطيسية : وهي تعبر عن قدرة المادة على تمرير وتركيز خطوط القوى المغناطيسية ، وللمواد المغناطيسية كالحديد و الفولاذ لها معامل نفاذية مرتفع ، أي ان معارضتها لخطوط القوى المغناطيسية منخفضة . اما المواد الغير مغناطيسية كالهواء و البلاستيك ، فلها معامل نفاذية مغناطيسية منخفض ، أي ان معارضتها لخطوط القوى المغناطيسية مرتفع . فللهواء مثلا تساوي (١)، بينما نفاذية الحديد (٧٠٠٠) .

من خصائص خطوط القوى المغناطيسية ، انها تفضل المرور في المسار الاسهل لها ، فاذا وضعت قطعة حديد في الحقل المغناطيسي لمغناطيس ، فان خطوط القوى المغناطيسية تتجمع وتتجه عبر قطعة الحديد ، لان الحديد يشكل لها ممرا اسهل من الهواء .

الكهرومغناطيسية : توجد علاقة وطيدة بين الكهرباء و المغناطيسية ، فإذا مر تيار كهربائي في موصل فإنه يولد حولة مجال مغناطيسي . وفيما يلي توضيحا للمجال الناشئ عن مرور تيار كهربائي في الموصلات :

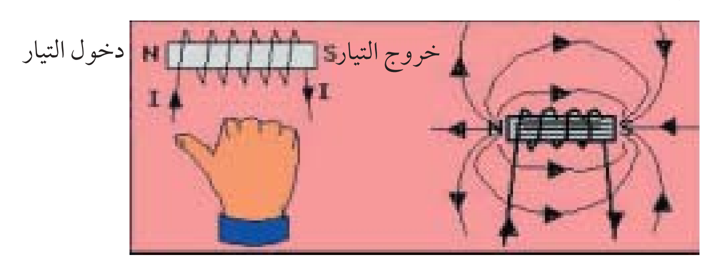
أ- مرور التيار الكهربائي في موصل : عندما يسري تياركهربائي في موصل مستقيم ، يتولد حول هذالموصل مجال مغناطيسيا على شكل دارات مركزها الموصل نفسه . كما في الشكل (٤٠) .



الشكل (٤٠)

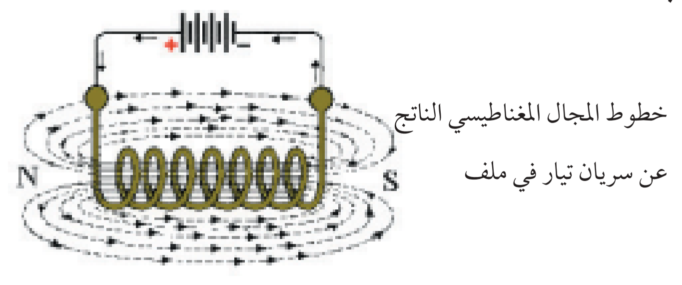
ان قوة المجال المغناطيسي المتولد حول الموصل تتناسب طرديا مع شدة التيار المار في هذا الموصل ، علما بان اتجاه خطوط المجال حول الموصل يعتمد على اتجاه التيار المار في الموصل

- **قاعدة اليد اليمنى** : قاعدة اليد اليمنى تستخدم لتحديد العالاقة بين تدفق التيار في موصل واتجاه خطوط القوى المغناطيسية حول هذا الموصل فيشير اصبع الابهام الى اتجاه سريان التيار ، وبقيةالاصابع تشير في اتجاه خطوط القوة ويتدفق التيار من الطرف الموجب لمصدر الجهد خلال الملف ويعود الى الطرف السالب كما في الشكل(٤٠) .



الشكل (٤١)

- **قاعدة اليد اليسرى** : هناك قاعدة معروفة لتحديد اتجاه الخطوط القوى المغناطيسية المتولدة حول موصل مستقيم ، تعرف بقاعدة اليد اليسرى كما في الشكل ٤١ ، حيث تتخيل بانك تقبض في يدك اليسرى على الموصل ، وتمد اصبع ابهامك باتجاه تيار الالكترونات المار في الموصل ، فيدلك اتجاه بقية الاصابع الى اتجاه المجال المغناطيسي حول الموصل ، مراعيا بان اتجاه تيار الالكترونات من القطب السالب الى القطب الموجب .



الشكل (٤٢)

- **المجال المغناطيسي الناتج عن ملف** : عندما يسري تيار كهربائي في موصل على شكل ملف كما هو في المجال المغناطيسي الدائم ، حيث تتحد خطوط المجال التي تنتجها اللفات المتجاورة وتكون مجالا موحدا يشبة في خواصه المجال المغناطيسي الناتج عن المغناطيس الدائم .
- **قاعدة اليد اليسرى للملف** : هناك قاعدة معروفة لتعيين قطبية أي ملف يسري فية تيار كهربائي ، تعرف بقاعدة اليد اليسرى للملف . حيث تتخيل انك تحمل بيدك اليسرى على محور الملف ، بحيث تتجه اصابع يدك باتجاه سريان التيار المار في الملف ، عندئذ يكون امتداد اصبع الابهام دالا على

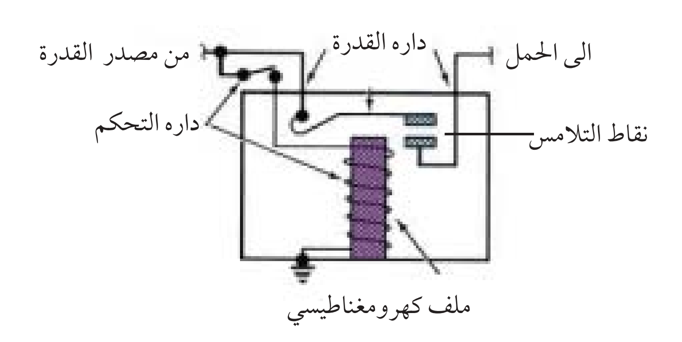
القطب الشمالي ، ويكون الطرف الآخر هو القطب الجنوبي .

القوة المؤثرة على موصل في مجال مغناطيسي : مر معك انه اذا سرى تيار كهربائي في موصل ينشا حول هذا الموصل مجال مغناطيسي . ولكن اذا وضع هذا الموصلفي مجال مغناطيسي أخر يحصل تفاعل بين المجالين يؤدي الى تحريك الموصل ، افرض ان موصلا وضع بين قطبين مغناطيسيين ، وسرى في الموصل تيار كهربائي باتجاه بعيد عن الناظر (الى الداخل) ، فان الموصل يتحرك الى الاعلى نتيجة ازدياد وتكاثف خطوط القوى المغناطيسية تحته ، اما اذا عكس اتجاه التيار في الموصل باتجاه النظر الى الخارج ، يتحرك هذا الموصل الى الاسفل نتيجة ازدياد وتكاثف خطوط القوى المغناطيسية فوقه .

*تطبيقات الكهرومغناطيسية : ان المغناطيس الكهربائي و المرحل الكهرو مغناطيسي (Relay) ومحرك التيار المستمر وجهاز الفياس ذو الملف المتحرك و سماعة الصوت ، هي جميعها من التطبيقات الشائعة للكهرو مغناطيسية .

أ - المغناطيس الكهربائي : عندما يسري تيار كهربائي في ملف بداخلة قلب حديدي ، يتولد حول هذا القلب حقلا مغناطيسيا . ويستخدم المغناطيس الكهربائي في رفع الاجسام الحديدية .

ب - المرحل الكهرو مغناطيسي : هو احد تطبيقات الكهرومغناطيسية وهو عبارة عن مفتاح يتم التحكم



الشكل (٤٣)

أسئلة الوحدة:

١ ضع دائره حول الجواب الصحيح

أ – من المواد الموصله ١ : النحاس ٢ : البلاستيك ٣ : الزجاج

ب – من المواد العازله ١ : النحاس ٢ : الحديد ٣ : الزئبق

٢ اجب بنعم ام لا

أ – تزداد مقاومة الموصل طردياً مع طوله

ب – تزداد قيمة مقاومة الموصل عكسياً مع مساحة مقطعه

جـ – تزداد مقتومة الموصل عكسياً مع أرتفاع درجة حرارته

د – الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتنافر

٣ عرف ما يلي :

١ – المواد الموصلة

٢ – المواد العازلة

٣ – التيار الكهربائي

٤ – فرق الجهد

٥ – المقاومة الكهربائية

٦ – الحمل الكهربائي

٤ أرسم دائرة كهربائية بسيطة مكونة من حمل ومصدر كهربائي

٥ أشرح بالرسم كيف تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة أو مقصورة

٦ أذكر أنواع المقاومات الكهربائية

٧ أذكر انواع المواسعات الكهربائية

٨ حدد أتجاه التيار الكهربائي و المجال المغناطيسي في ملف كهربائي حسب قاعدة اليد اليمنى

٩ أذكر متى يتم استخدام المرحلات في الدارات الكهربائية

١٠ حسب قانون أوم أرسم دارة كهربائية فيها ثلات مقاومات متصلة على التوالي قيمة كل منها كالتالي : الأولى ٢٢ أوم ، الثانية ١٦ أوم ، الثالثة ٨ أوم . بحيث يكون فرق الجهد ١٢ فولت ، أحسب شدة التيار المار في كل مقاومة

١١ أرسم دارة كهربائية بها مقاومات متصلة على التوازي قيمة كل منها كالتالي : الأولى ٣٦ أوم ، و الثانية ٤٢ أوم ، و الثالثة ٢٤ أوم ، بحيث يكون فرق الجهد من المصدر ١٢ فولت ، أحسب قيمة شدة التيار المار في كل مقاومة .

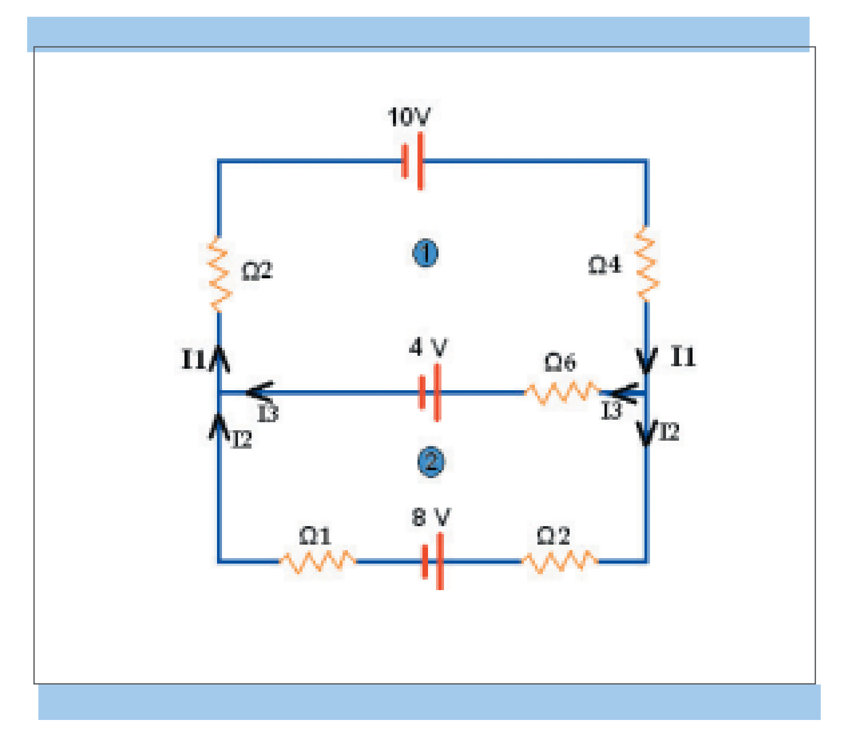
١٢ أرسم دارة كهربائية مركبة المقاومة الأولى فيها ١٥ أوم متصلة مع المقاومة الثانية ٢٠ أوم على التوالي ، و هاتان المقاومتان متصلتان مع مقاومتان على التوازي ، الأولى ١٦ أوم و الثانية ٨ أوم و فرق جهد المصدر ١٢ فولت ، أحسب شدة التيار المار في كل من هذه المقاومات

١٣ أرسم دارة كهربائية بها مواسعلن متصلان على التوالي .

١٤ أرسم دارة كهربائية بها مرحل و مواسع و مقاومات مختلفة و ضع قيم مختلفة .



مبادئ التيار المستمر والمتناوب



مبادئ التيار المستمر و المتناوب

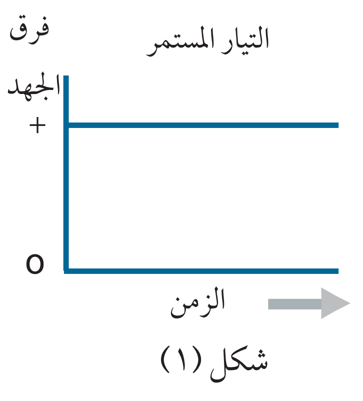
تم في الوحدة السابقة دراسة مكونات الدارة الكهربائية الأساسية مثل المقاومات و المواسعات (المكثفات) و الملفات و مصادر التيار ، و في هذه الوحدة سيتم التعرف على نوعية المصادر وطرق الحصول على التيار و نوعيّ التيار (المستمر و المتناوب) .

أهداف الوحدة:

١ تتعرف على مفهوم التيار المستمر و خواصه ومصادره و حساباته .
٢ تستخدم قانونا كيرشوف لحسابات الدارة الكهربائية .
٣ تتعرف على التيار المتناوب وطرق توليده و خواصه و استخداماته .

أولاً: التيار المستمر (Direct Current)

يعرّف التيار المستمر بأنّه التيار الذي تبقى قيمته و اتجاهه ثابتين مع مرور الزمن حيث تسري الإلكترونات خلال الدارة في اتجاه ثابت (نفس الاتجاه)وبنفس السرعة ويبين الشكل (١) العلاقة التي تربط التيار المستمر مع الزمن .



شكل (١)

١ **استخدامات التيار المستمر** : يستخدم التيار المستمر بشكل قليل في الحياة العملية ، لكنه يستخدم بشكل رئيسي في السيارات حيث تعمل جميع أجهزة السيارة بتيار مستمر إضافة لاستخدامه في عملية اللحام حيث يتم التحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر .

٢ **مصادر التيار المستمر** :

أ - البطاريات و الأعمدة : حيث تستعمل البطاريات في السيارة والأعمدة للأجهزة الكهربائية والالكترونية وألعاب الأطفال .

ب- مولدات التيار المستمر : يتم تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية باستخدام مولدات التيار المستمر .

جـ- التوحيد (التقويم) : وذلك باستخدام الموحدات (الديودات) حيث تعمل على توحيد اتجاه التيار المتناوب المستعمل في المنازل وستتم دراسة هذا الموضوع في وحدة الالكترونات الصناعية .

٣ **هبوط الفولتيه في الدارات الكهربائية** : مر معك في الوحدة السابقة أن قيمة مقاومة الموصل تعتمد على طول ومساحة مقطعة ونوع المادة للموصل ، لذلك يحصل هبوط في الفولتية ، عندما تسير في الموصل وبذلك لا تصل للأحمال نفس الفولتيه الخارجة من المصدر ويبين الشكل (٢) مصدراً كهربائياً ينتج فولتيه مقدارها V_1 وعندما تصل الى الحمل تكون قيمتها V_2 ، وكلما زادت مقاومته وبالتالي زاد هبوط الفولتية ويمكن حساب هبوط الفولتية من العلاقة التالية :

$$\triangle ف = \frac{ت \times م_ن \times ل}{س}$$

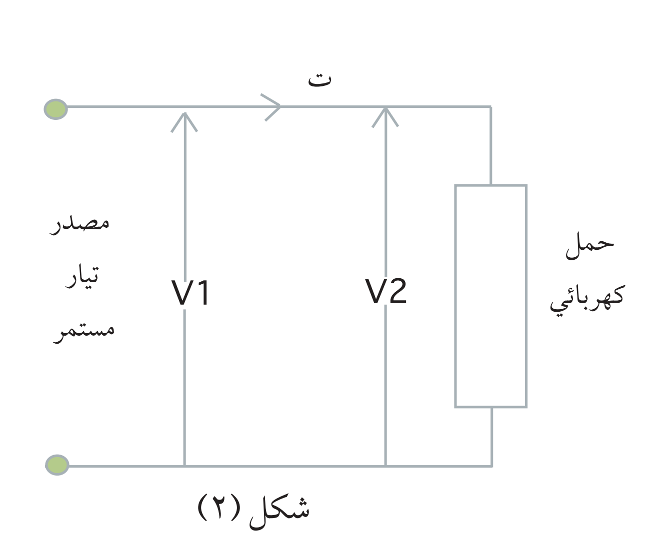
حيث :

ت : التيار (A)

م ن : المقاومة النوعية للموصل mm^2/m

ل : طول الموصل (m)

س : مساحة مقطع الوصل (mm^2) .



شكل (٢)

مثال

يمر تيار شدته (10A) في سلك من النحاس مساحة مقطعة ($1.5\ mm^2$) وطوله (15 m) فإذا كان جهد المصدر (12V)، والمقاومة ألنوعيه للنحاس =$0.0178\ mm^2/m$

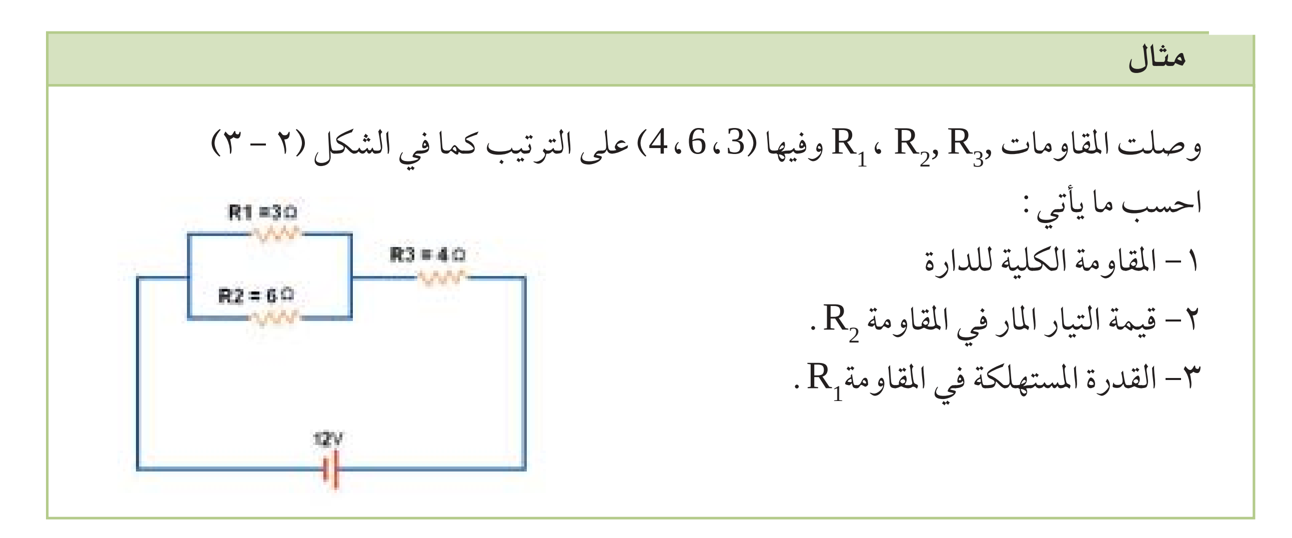
احسب الهبوط في الفولتيه ونسبته المئوية

$$\triangle ف = \frac{ت \times م_ن \times ل}{س}$$

$$= \frac{15 \times 0.0178 \times 10}{1.5} = 1.78V$$

النسبة المئوية للهبوط الفولتيه = $\frac{1.78}{12}$ = ٪14.83

٤ **حسابات دارات التيار المستمر** : مر معك في الوحدة السابقة بشكل مبسط حسابات الدارات الكهربائية وكيفية إيجاد التيار وفرق الجهد (الفولتيه) بين طرفي كل مقاومة عندما تكون الدارة بسيطة، لكن عندما تكون الدارة معقدة فهناك قوانين مختلفة لحسابات القيم الكهربائية للدارة منها قانونا كيرشوف .



مثال

وصلت المقاومات R_3, R_2, R_1 ، وفيها (4،6،3) على الترتيب كما في الشكل (٢ - ٣)

احسب ما يأتي :

١- المقاومة الكلية للدارة

٢- قيمة التيار المار في المقاومة R_2 .

٣- القدرة المستهلكة في المقاومة R_1 .

الحل:

١ المقاومة المكافئة للمقاومتين $R_1 - R_2$ ولتكن R_{eg}

$$\frac{1}{R_{eg}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eg}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{eg}} = \frac{2+1}{6}$$

$R_{eg} = 2$ أوم

$$R_T = R_{eg} + R_3$$

$R_T = 2 + 4 = 6$ أوم

وهو نفسه

٢ التيار الكلي للدارة (I_T)

$I_t = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{6}$ أوم

$V_{R3} = I \times R_3 = 4 \times 2 = 8$ فولت

ولأن R_1 وR_2 موصولتان على التوازي فإن

$V_{R1} = V_{R2} = 12 - 8 = 4$ فولت

$$I R_2 = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{4}{6} = 0.67$$ أمبير

٣ القدرة المستهلكة في المقاومة R_1

$$P_{R1} = \frac{V_{R1}^2}{R_1} = \frac{8^2}{3} = 21.33$$ واط

٥ قوانين كيرشوف وتطبيقاتها في الدارات الكهربائية :

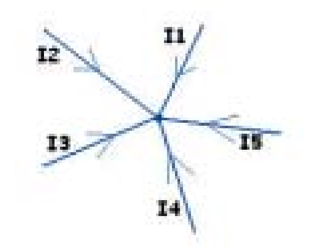
وضع العالم كيرشوف قانونان يستخدمان لحسابات الدارات الكهربائية و لقد وضعهما بعد إجراء العديد من التجارب وهما مستخدمان بشكل واسع لحسابات الدارات الكهربائية .

أ . **قانون كيرشوف الأول (قانون التيار)** : مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة ما في دارة كهربائية يساوي مجموع التيارات الخارجة منها (المجموع الجبري للتيارات الداخلة إلى نقطة والخارجه منها يساوي صفراً .

($\sum I = 0$) ، ولو طبقنا القانون على الشكل (٣) .

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

أو $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 =$ صفر



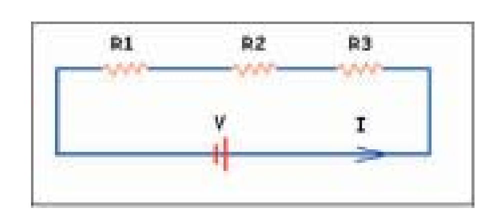
ب . **قانون كيرشوف الثاني (قانون فرق الجهد)** :

وهو يعد تطبيقا لقانون اوم و ينص على ان «المجموع الجبري للقوة الدافعة الكهربائية في دارة مغلقة يساوي المجموع الجبري لحاصل ضرب كل تيار بالمقاومة التي يمر بها » .

$$\sum V = \sum I.R$$

ولو طبقنا هذا القانون على الشكل (٤)

$$V = I.R_1 + I.R_2 + I.R_3$$



شكل (٤)

تطبيقات قوانين كيرشوف على الدارات الكهربائية :

عند تطبيق القوانين يجب اختيار اتجاه بحيث يكون موجبا بينما يكون الاتجاه المعاكس له سالبا ويجب الانتباه بشكل دقيق لذلك لأن أي خطأ في تحديد الاتجاه ينتج خطأ في الحسابات .

مثال (٢-٣)

بطاريتان ق . د . ك لهما 12 ، 6 فولت ومقاومتهما الداخليتان 1 ، 2اوم وصلتا كما يأتي في الشكل مع مقاومة خارجية قيمتها (5Ω) ، احسب تيار الدارة .

الحل :

بالنظر الى الشكل فإن تياراً واحداً يسري في الدارة ، ونحدد اتجاه التيار بحيث يسري من النقطة أ الى ب الى ج الى أ مرة أخرى نطبق قوانين كيرشوف الثاني على الدارة .

Σ ق . د . ك $= \Sigma\, I.R$

$\Sigma\, V_2 - V_1 = I.R_3 + I.R_2 + I.R_1$

$12 - 6 = I.5 + I.2 + I.1$

$6 = 8.I$

$I = 0.75$ أمبير

مثال (٢-٤)

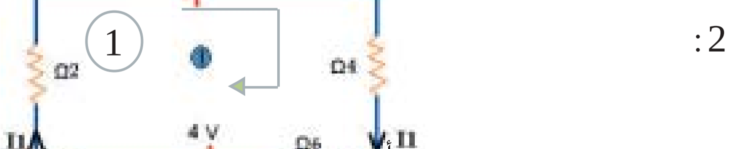
باستخدام قوانين كيرشوف : احسب التيار المار في كل فرع من أفرع الدارة المبينة في الشكل .

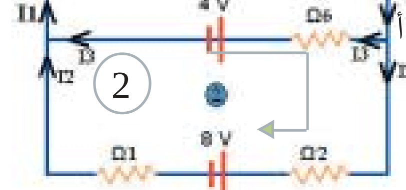
نطبق قانون كيرشوف على الدارة 1 :

Σ ق . د . ك $= \Sigma\, R.I$

$10+4 = 2I_1 + 6I_3 + 4I_1$ حيث $I_3 = I_1$

$14 = 6I_1 + 6I_3 \quad \ldots\ 1$





نطبق قانون كيرشوف الثاني على الدارة 2:

ق . د . ك $= R.I$

$-4 - 8 = 2I_2 + -I_2 - 6I_3$

$-12 = -3I_2 - 6I_3 \quad \ldots\ 2$

نطبق قانون كيرشوف الأول على النقطة أ :

$I_1 = I_2 + I_3$

$I_2 = I_1 - I_3 \quad \ldots\ 3$

نعوض في المعادلة 2 :

$$6I_3 - (I_3 - I_1)3 = -12$$

$$6I_3 - 3I_3 - 3I_1 = -12$$

$$9I_3 - 3I_1 = -12 \quad \ldots 4$$

بحل المعادلتين 1 . 4

$$6I_3 + 6I_1 = 14$$

$$9I_3 - 3I_1 = -12$$

$$6I_3 + 6I_1 = 14$$

$$18I_3 - 6I_1 = -24$$ (بضرب طرفي المعادلة في -2)

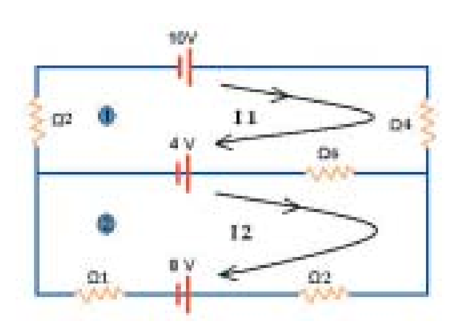
$$24I_3 = 38 \longrightarrow I_3 = 1.58\ A$$

لإيجاد I_1 نعوض في المعادلة 1 $\longrightarrow I_1 = 0.75\ A$

لإيجاد I_2 نعوض في المعادلة 3 $\longrightarrow I_2 = -0.83\ A$ مما يعني أنه عكس الاتجاه المفروض .

الحل بطريقة أخرى :

تعتمد هذه الطريقة على افتراض تيار لكل دارة وبذلك نحصل على معادلتين بمجهولين



نطبق قانون كيرشوف الثاني على الدارة 1

$$2I_1 + (I_2 - I_1)6 + 4I_1 = 10 + 4$$

$$6I_2 - 12I_1 = 14 \quad \ldots 1$$

نطبق قانون كيرشوف الثاني على الدارة 2

$$I_2 + 2I_2 + (I_1 - I_2)6 = -4 - 8$$

$$9I_2 - 6I_1 = -12 \quad \ldots 2$$

بحل المعادلتين :

$$6I_2 - 12I_1 = 14 \quad 1$$

$$9I_2 - 6I_1 = -12 \quad 2$$

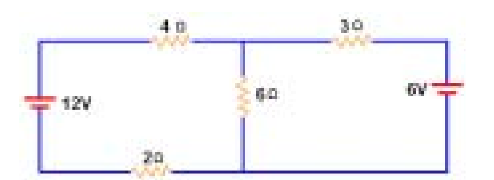
$$6I_2 - 12I_1 = 14$$

$$-18I_2 + 12I_1 = 24$$

$$-12I_2 = 10 \longrightarrow -0.83\ A$$ مما يعني انه عكس الاتجاه المفترض

لإيجاد I1 نعوض في المعادلة 1 $\longrightarrow$ 0.75 A

وفي الفرع الأوسط الذي سرى به $I_3 = I_1 - I_2 = 0.75 - (-0.83) = 1.58\ A$



سؤال : في الشكل التالي أوجد ما يلي :

١ . التيار في كل فرع من أفرع الدارة .

٢ . الفولتية بين طرفي المقاومة 4Ω .

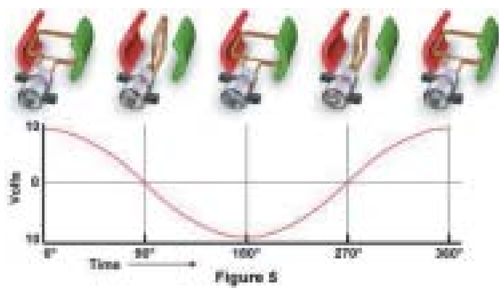
٣ . الطاقة المستهلكة في المقاومة 6Ω خلال دقيقة واحدة .

ا لتيار المتناوب

يقصد بالتيار المتناوب بأنه التيار الذي تتغير قيمته مع الزمن بشكل كتناوب ، وتكون قيمته المتوسطة تساوي صفر .

١ توليد التيار المتناوب

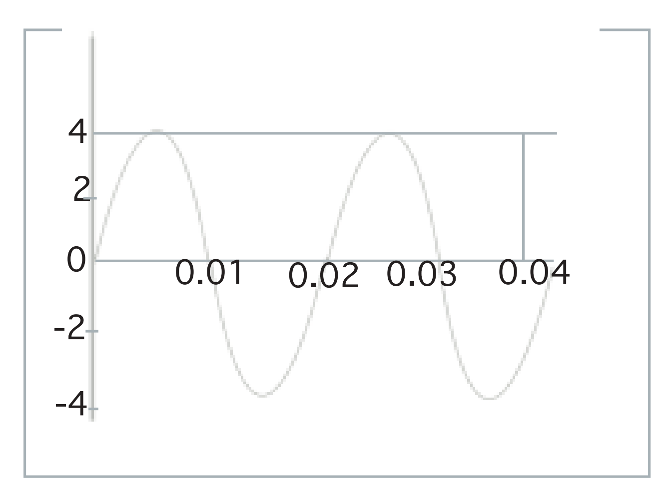
يتم توليد التيار المتناوب على أساس ظاهرة الحث المغناطيسي الكهربائي بواسطة المولدات التي تستمد حركتها من التربينات في محطة التوليد أو عمود المرفق (الكرنك) في السيارة ، ويتم توليد تيار أحادي أو ثلاثي الطور .



٢ . توليد تيار أحادي الطور:

ويتم توليد هذا التيار بواسطة دوران مجال مغناطيسي دائم أو كهربائي داخل موصلات ثابتة تقوم بتقطيع المجال المغناطيسي مما يؤدي لتولد قوة دافعة كهربائية (ق . د . ك) بها أو العكس بحيث يكون المجال ثابتاً و الموصلات تدور داخلة ، وتتم عملية تحديد اتجاه التيار المتولد بواسطة قاعدة اليد اليمنى .

وتعتمد قيمة (ق . د . ك) المتولدة على تغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقه الملف في زمن معين وعلى عدد لفات الملف وعلى سرعة الدوران، ولزيادة قوة (ق . د . ك) المتولدة يستخدم في المولد أكثر من ملف واحد ويستخدم أكثر من تطبيق للمولد الواحد، ويبين الشكل (٥) شكل الموجة الجيبية المتولدة في حالة الطور الواحد ووضع الملف داخل التيار المغناطيسي عند كل درجة .

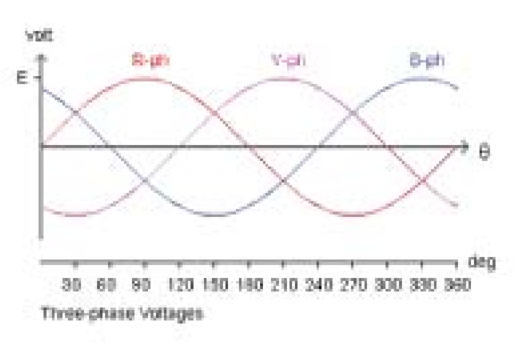


شكل ٥

٣ توليد تيار متناوب ثلاثي الطور:

هو التيار الأكثر استخداما في الحياة العملية حيث تقوم المولدات في المحطات وكذلك المولدات في السيارات بتوليده، وتعتمد عملية توليد هذا التيار على وجود ثلاثة ملفات ثابتة ، أو دوارة مع المجال المغناطيسي بحيث تقطع هذه الملفات المجال المغناطيسي فيتولد في كل منها (ق . د . ك) مشكّلة معا ثلاث موجات من التيار المتناوب .

تكون (ق . د . ك) المتولدة من الملف الثاني متأخرة عن الملف الأول ثلث دورة (120°) و المتولدة من الملف الثالث متأخرة عن الملف الثاني ثلث دورة أيضا (120°) وكذلك بين الملف الثالث و الملف الأول ، ويبين الشكل (٦) شكل الموجات المتولدة من مولدات ثلاثية الطور ووضع الملفات في كل وضع .

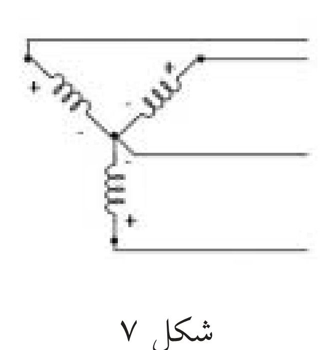


شكل (٦)

طرق توصيل أطراف الملفات في الثلاثية الأطوار:

١ طريقة النجمة (Y) :Star Connection

توصل الأطراف الثلاثة بنقطة واحدة (N) وتسمى نقطة الحياد أما الأطراف الثلاثة الباقية تسمى بالخطوط الخارجية ويرمز لها L_1، L_2، L_3 حيث يساوي تيار الخط تيار الطور ، أما فولتية الخط فهي محصلة الفولتية بين طورين .



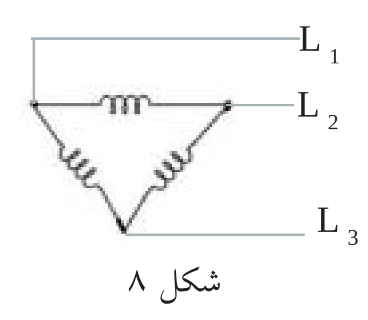
شكل ٧

ت ~خ~ = ت ~و~

ف ~خ~ = $\sqrt{3}$ ف ~و~

٢. طريقة المثلث (△)-:Connection △

توصل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني ونهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث، ونهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول، كما في الشكل ولا يوجد به خط محايد (N) وفي هذه التوصيلة تساوي فولتية الطور = فولتية الخط، أما تيار الخط فيكون محصلة تيار طورين متتابعين ت ~خ~ = $\sqrt{3}$ ت ~و~



شكل ٨

العلاقة بين التردد وعدد الأقطاب وسرعة الدوران:

إن لعدد الأقطاب والسرعة والدوران تأثير كبير في عدد الموجات (التردد) المتولدة خلال دورة ميكانيكية واحدة بحيث تتولد موجة واحدة إذا كان عدد الأقطاب اثنان وموجتان إذا كان عدد الأقطاب أربعه ولقد استعمل هذا الأمر في مولدات السيارات بحيث زاد عدد الأقطاب مما أدى الى زيادة عدد الموجات المتولدة، وكذلك يتناسب عدد الموجات المتولدة تناسبا طرديا مع سرعة دوران المولد وذلك حسب العلاقة التالية :

$$\text{عدد الذبذبات في الدقيقة الواحدة (التردد)} = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{2} \times \text{عدد دورات الملف}$$

$$\text{عدد الذبذبات في الثانية الواحدة (التردد)} = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{2} \times \frac{\text{عدد دورات الملف في الثانية}}{60}$$

مثال(٢ - ٥)

احسب عدد الأقطاب للمولد المتناوب الذي يولد فولتته ترددها 50 هيرتز عند سرعة 1500 دورة في الدقيقة:

$$\text{التردد} = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{2} \times \frac{\text{عدد دورات الملف}}{60}$$

$$50 = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{2} \times \frac{1500}{60}$$

$$\text{عدد الأقطاب} = \frac{60X2X50}{1500} = 4 \text{ قطب}$$

سؤال : مولد سيارة (تيار متناوب) عدد أقطابه ١٢ ، وسرعة دورانه ٥٠٠٠د / دقيقة، أحسب ترددة .

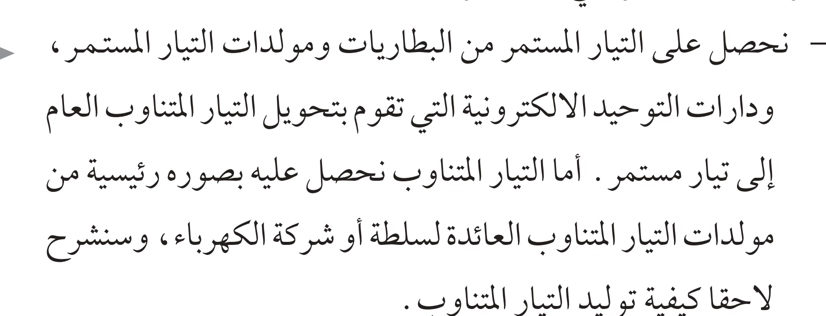
١ ما الذي يميز التيار المتناوب عن التيار المستمر

يختلف التيار المتناوب عن التيار المستمر في النقاط التالية :

– التيار المستمر ثابت القيمة و الاتجاه بمرور الزمن، وذلك بسبب ثبات قطبية مصدر الجهد .

أما التيار المتناوب فيعكس اتجاه جريانه بشكل دوري (متغير القيمة والاتجاه بمرور الزمن)، لأن قطبية طرفي مصدر الجهد المتناوب تنعكس بشكل دوري بين الموجب و السالب، كما أن القيمة اللحظية للتيار والجهد المتناوب، تتغير

شكل ٩



شكل ١٠

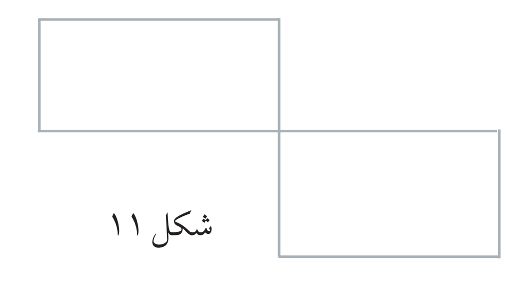
باستمرار مع الزمن، إن التيار المتناوب الذي يزود المنازل بالكهرباء يعكس اتجاه جريانه خمسين مرة في الثانية الواحدة.

- نحصل على التيار المستمر من البطاريات ومولدات التيار المستمر، ودارات التوحيد الالكترونية التي تقوم بتحويل التيار المتناوب العام إلى تيار مستمر. أما التيار المتناوب نحصل عليه بصوره رئيسية من مولدات التيار المتناوب العائدة لسلطة أو شركة الكهرباء، وسنشرح لاحقا كيفية توليد التيار المتناوب.
- يمكن استخدام المحولات الكهرومغناطيسية لرفع أو خفض الجهد المتناوب، وذلك بسهولة وبدون خسائر في القدرة تذكر. أما معدات و أجهزة تحويل التيار المستمر من مستوى إلى آخر فتعتبر حتى الآن معقدة ومنخفضة الكفاءة وهذا هو السبب الرئيسي الذي أدى إلى اعتماد التيار المتناوب في أنظمة إنتاج و نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية إلى جميع أنحاء العالم.

٢ . الأشكال الموجية/ أشكال التيار المتناوب (Waveforms)

الشكل ألموجي عبارة عن رسم بياني بين نمط التغيرات في قيمة الجهد أو التيار بمرور الزمن، الشكل ألموجي للتيار أو الجهد المستمر عبارة عن خط مستقيم. ويمكن استنتاج الشكل ألموجي للتيار والجهد المستمر ، فإذا قمنا بتسجيل قياسات التيار و الجهد عند القيم نفسها خلال فترة التجربة . وعند رسم منحنى العلاقة بين التيار و الجهد مع الزمن ، سوف نحصل على خط مستقيم.

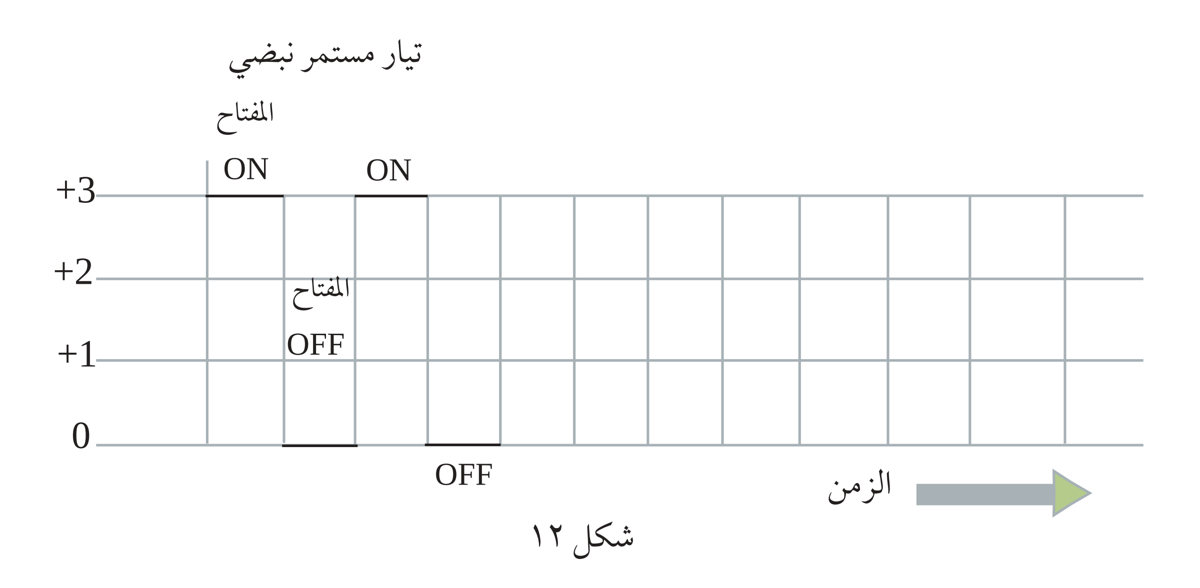
أ . الموجة المربعة



شكل ١١

إذا استخدمنا نفس الدارة السابقة، وقمنا هذه المرة بعكس وصلتي البطارية بشكل دوري عند فترات زمنية متساوية و متعاقبة، فإن هذا سوف يؤدي إلى عكس كل من قطبية الجهد بين طرفي المقاومة واتجاه التيار عبر المقاومة بشكل دوري. وإذا قمنا برسم منحنى العلاقة بين كل من الجهد و التيار مع الزمن، فسوف نحصل على موجات متناوبة مربعة الشكل، كما هو مبين في الشكل (١١) حيث تتناوب قيم كل من الجهد و التيار بين الموجب (فوق خط الصفر) و السالب (تحت خط الصفر).

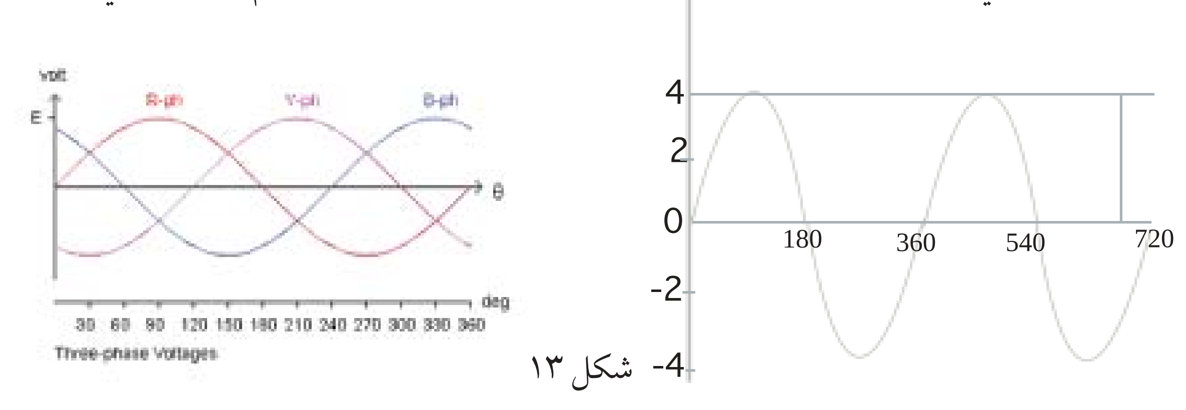
أما إذا استخدمنا مفتاح لتقطيع التيار عبر المقاومة بشكل منتظم، فسوف نحصل على موجة تيار مستمر نبضية، كما هو مبين في الشكل هذه الموجة النبضية تشبه من حيث الشكل موجة التيار المتناوب المربعة المبينة في الشكل (١٢) ، ولكنها لا تمتد تحت خط الصفر في الاتجاه السالب، لأن التيار لا يعكس اتجاه جريانه في المقاومة.



شكل ١٢

ب- الموجة الجيبية

التيار الكهربائي الذي تزودنا به مولدات شركة أو سلطة الكهرباء، هو تيار متناوب جيبي، وقد سمي بهذا الاسم لأن تغير التيار بالنسبة للزمن يتبع من حيث الشكل منحنى جيب الزاوية، والشكل ألموجي ألجيبي هو ما نصادفه غالبا في مجال الهندسة الكهربائية وستكون الموجات الجيبية أساسا لمعظم المناقشات في هذا الفصل .



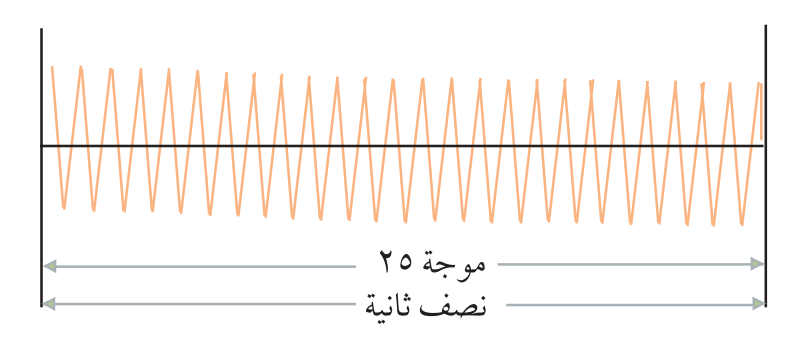
شكل ١٣

٣ . التردد (Frequency)

الموجة الكاملة للجهد أو التيار تشمل تغيرا كاملا لقيمتها اللحظية، حيث تبدأ بالتزايد من الصفر إلى أن تبلغ الحد الأعلى ثم تتناقص إلى أن تقود إلى الصفر، بعد ذلك تبدأ بالتزايد في الاتجاه المعاكس للزمن، إلى أن تبلغ حدها الأعلى ثم تتناقص حتى تصل إلى الصفر مره أخرى، ويتكرر هذا النمط بصورة منتظمة مع مرور الزمن، ويسمى عدد الموجات المتولدة في ثانية واحده التردد(Frequency)، ويرمز للتردد بالحرف (F) ويقاس بوحدة تسمى هيرتز ويرمز لها بالحرف (HZ).

الموجة الجيبية المبينة في الشكل (14) تكمل (25) دورة في نصف ثانية أي (50) دورة في الثانية الواحدة و بالتالي فإن ترددها يساوي (50) هيرتز، تردد التيار المتناوب المستعمل في بلادنا و معظم دول العالم يساوي

50 هيرتز ، أما الولايات المتحدة فتستعمل تردد 60 هيرتز ، لم يكن اختيار مثل هذا التردد عشوائيا بل له أسبابه . إذ أن انخفاض التردد عن القيمة المحددة له يعد أمر غير مقبول . ، لأن المصباح ألفتيلي يعطي ضوء متقطعا بصورة ملحوظة للعين عندما ينخفض التردد حتى (40) هيرتز ، كما أن ارتفاع التردد يؤدي إلى ارتفاع مقاومة الأسلاك المستخدمة في نقل التيار المتناوب .



شكل ١٤

٤ . قياسات الموجة الجيبية للتيار و الجهد.

إن الموجة الجيبية المتناوبة للجهد أو التيار تتغير باستمرار في القيمة ، ولكي نقارن موجة جيبية بأخرى ، فمن الضروري أن نعرف بعض القيم الخاصة . توجد طرق مختلفة عديدة لتحديد اتساع Amplitudeالموجة الجيبية ، ونبين في الشكل (8) الطرق الثلاثة الأكثر شيوعا .

القيمة العظمى (Maximum Value)

هي القيمة القصوى التي يبلغها الجهد أو التيار ، ويرمز لها في حالة الجهد بالأحرف (Vm)، وفي حالة التيار (Im) . وتسمى أيضا القيمة الذروية (Peak Value)، وتقاس من خط الصفر إلى القيمة الموجبة أو السالبة وتبلغ القيمة العظمى للجهد المتناوب الذي تزودنا به شركة الكهرباء تبلغ (311فولت) .

القيمة من القمة إلى القمة (Peak to Peak Value)

وهي تعبر عن اتساع الموجة الجيبية من القمة الموجبة إلى القمة السالبة ، ويرمز لها في حالة الجهد بالأحرف (Vp-p) ، وفي حالة التيار (Ip–p) . قيمة الأتساع من القمة إلى القمة للموجة المبينة في الشكل تساوي (20 فولت)، وبما أن الموجة الجيبية المتناوبة متناظرة بالنسبة لخط الصفر ، فإن القيمة من القمة إلى القمة تساوي ضعف القيمة العظمى . أي ان قيمة القمة إلى القمة = 2 x القمة العظمى .

القيمة المتوسطة (Average Value)

لحساب هذه القيم للموجات ذات الأنصاف المتماثلة نأخذ مجمعة من القيم اللحظية على امتداد نصف

موج فقط ، ونجمع هذه القيم ونقسمها على عدد العينات ، والسبب في عدم احتساب هذه القيم لنصفي الموجة هو أن المجموع الجبري للقيم اللحظية في هذه الحالة يساوي صفرا ، لأن مجموع القيم الموجبة يساوي مجموع القيم السالبة . وتحتسب القيمة المتوسطة لموجة الجيبية بدلالة قيمتها العظمى بالعلاقة التالية :

القيمة المتوسطة = 0.637 X القيمة العظمى

يرمز للقيمة المتوسطة للجهد بالأحرف (Vav)، كما يرمز للقيمة المتوسطة للتيار بالأحرف (Iav) .

القيمة الفعالة (Effective Value)

تعطى القيمة الفعالة للموجة الجيبية بالعلاقة التالية :

يتعين العامل 0.707 رياضيا باستخدام طرية الجذر ألتربيعي لمتوسط مربع القيم اللحظية في موجة كاملة ، لذا يطلق على القيمة الفعالة اسم قيمة جذر متوسط المربعات (Root Mean Square : RMS) .

لقد سميت القيمة الفعالة بهذا الاسم ، لأنها تقابل القيمة نفسها من التيار أو الجهد المستمر في قدرة التسخين ، أي أنها قيمة التيار أو الجهد المستمر الذي يولد في مقاومة قدرة حرارية تساوي القدرة الحرارية التي يولدها الجهد أو التيار المتناوب . وكمثال على ذلك نقول ، أن القيمة اللحظية للجهد المتناوب الذي نحصل علية من مأخذ التيار العام في المنزل تساوي (311فوت) ، وهذا الجهد يعطي بالضبط المقدار نفسه من القدرة الحرارية التي يعطيها (220فولت) من الجهد المستمر ، وبالتالي فإن القيمة الفعالة للجهد المتناوب في المنزل تساوي (220) فولت .

غالبا ما يلزمنا تحويل القيمة الفعالة إلى القيمة العظمى ، وعند ذلك يجب استخدام المعادلة :

القيمة العظمى = $\sqrt{2}$ X القيمة الفعالة = 1.414 X القيمة الفعالة

القيمة الفعالة = $\frac{\text{القيمة العظمى}}{\sqrt{2}}$ = 0.707 X القيمة العظمى

الحل :

القيمة العظمى = 1. 414 X القيمة الفعالة

=1. 414 X 220

= 311 فولت

يرمز للقيمة الفعالة للجهد بالأحرف (VRMS) ، أما القيمة الفعالة للتيار فيرمز لها بالأحرف (IRMS)

. القيمة الأكثر استخداما في الحياة العملية ، كما أن معظم أجهزة القياس للجهد و التيار تقيس هذه القيمة .

٥ . زاوية الطور :(Phase Angle)

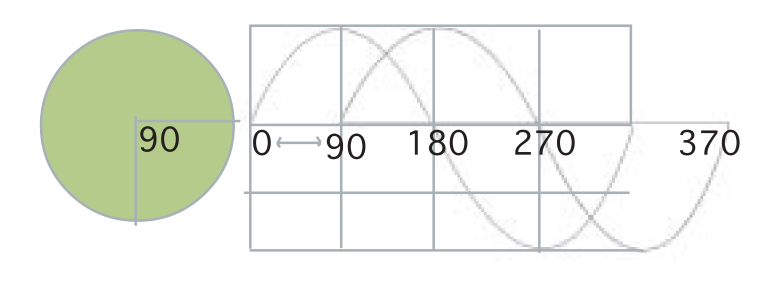
إن القيم الثلاثة في الموجات الجيبية للجهد أو التيار المتناوب الذي يمكن تغيرها هي : الأتساع و التردد و الطور . فالطور هو عدد الدرجات الكهربائية التي تتقدم أو تتأخر بها موجة على موجة أخرى

لتوضيح مفهوم الطور ، لنفرض أن لدينا مولدين متماثلين تماما لتوليد الجهد المتناوب ، كالمولد المبين في

الشكل، وأننا بدأنا بإدارة المولد (أ) أولا ، وبعد مرور فترة زمنية بدأنا بإدارة المولد (ب) وبنفس السرعة التي أدرنا بها المولد (أ) .

لنفرض أن المولد(أ) تحرك عبر زاوية مقدارها (سْ) عندما أدرنا المولد (ب) ، فسيكون هناك فرق في زاوية الدوران بين المولدين مقدارها (سْ) في أي لحظة زمنية . وبذلك يمكن أن نقول إن الموجة الجيبية التي ينتجها المولد (أ) تتقدم (Leads) على الموجة الجيبية التي ينتجها المولد (ب) بزاوية مقدارها (سْ) ، كما يمكن القول أيضا إن موجة المولد ب (V_b) تتأخر (Lags) على موجة المولد أ (Va) بزاوية مقدارها (سْ) . ونبين في الشكل موجتي الجهد للمولدين وزاوية فرق الطور بينهما .

لتوضيح مفهوم زاوية فرق الطور أكثر، نبين في الشكل (15) أربع موجات جيبية ذات اتساع وتردد واحد ، بينما تختلف فيما بينها بالطور . إذا استخدمنا الموجة (أ) كمرجع لنقارن معها الموجات الأخرى ، فإن الموجة (ب) تكون متفقة معها تماما في الطور ، أما الموجة (جـ) فإنها تقطع خط الصفر متأخرة عن الموجة بمقدار (90) درجة ، وهكذا يمكننا القول أن الموجة (جـ) تتأخر عن الموجة (أ) بزاوية مقدارها (90)درجة . وأخيرا فإن الموجة (د) تقطع خط الصفر بعد الموجة (أ) بزاوية مقدارها (180) درجة ، ولذا يقال أن الموجة (د) تتأخر عن الموجة (أ) بزاوية مقدارها (180) درجة ، كما يمكننا القول أن الموجة (د) تتعاكس تماما في الطور مع الموجة (أ) .

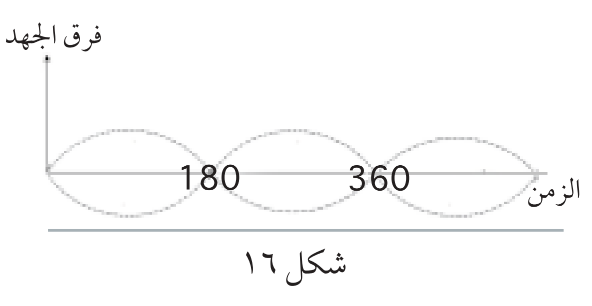


شكل ١٥

تلخيص التيار المتناوب

١ . التيار المستمر : ثابت القيمة و الاتجاه مع مرور الزمن ، وذلك بسبب ثبات قطبية مصدر الجهد المستمر ، ونحصل عليه من البطاريات ومولدات التيار المستمر ، أو بتحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر .

٢ . التيار المتناوب : يعكس اتجاه جريانه بشكل دوري ، لأن قطبية طرفي مصدر الجهد المتناوب تنعكس بشكل دوري بين الموجب و السالب . كما أن القيمة اللحظية للتيار و الجهد المتناوب تتغير باستمرار مع الزمن . إن التيار المتناوب الذي تزودنا به سلطة أو شركة الكهرباء يعكس اتجاه جريانه خمسين مره في الثانية الواحدة .



شكل ١٦

٣ . الشكل الموجي عبارة عن رسم بياني بين نمط التغيرات في قيمة الجهد أو التيار بمرور الزمن .

٤ . التيار الكهربائي الذي تزودنا به مولدات شركة الكهرباء ، هو تيار متناوب جيبي ، وقد سمي بهذا الاسم أن تغير التيار بالنسبة للزمن يتبع من حيث الشكل منحنى جيب الزاوية .

٥ . المولد البسيط يتركب من ملف (أطار) ، ويدور بسرعة ثابتة حول محور بين قطبين مغنطيسين ، وصلت نهايتي الإطار بحلقتي انزلاق عليها فرشاتان من الكربون تنزلقان على هاتين الحلقتين .

٦ . عندما يدور الإطار دورة ميكانيكية كاملة (٣٦٠ درجة هندسية) ، في المجال المغناطيسي بين القطبين المغناطيسيين تتولد في الإطار (الملف) موجة جهد متناوبة جيبية كاملة .

٧ . التردد : (Frequency) عدد الموجات المتولدة في الثانية الواحدة .
يرمز له بالحرف (F) ويقاس بوحدة الهيرتز (HZ) . تردد التيار العام في بلادنا ومعظم دول العالم (٥٠) هيرتز وفي الولايات المتحدة (٦٠) هيرتز .

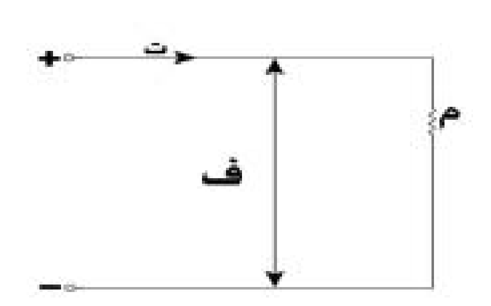
٨ . الزمن الدوري :(Period) الفترة الزمنية التي تستغرقها موجة واحدة . ويرمز لها بالحرف (T) ويقاس بالثانية أو أجزاء الثانية . ويعطى الزمن الدوري بالعلاقة : $T=\frac{1}{F}$

مكونات دارات التيار المتناوب: مقاومة ملف مواسع

١- المقاومة:

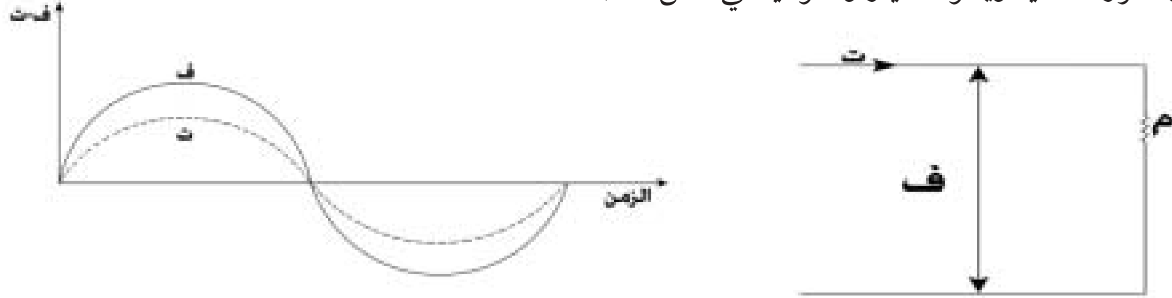
كما درست سابقاً فإن الفولتية في حالة التيار المستمر تكون ثابتة مع الزمن وإذا كانت المقاومة ثابتة فإن التيار المار منها يكون ثابتاً أيضاً كما هو مبين في الشكل ١٧ .





شكل ١٧

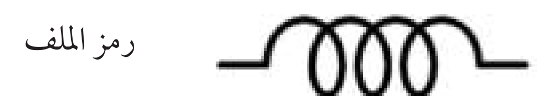
أما التيار المتناوب فإن الفولتية تتغير حسب منحنى جيبي وكذلك التيار حيث تبدأ قيمتها من الصفر ثم تصل للقيمة العظمى ثم تعود للصفر وبعد ذلك تصل للقيمة العظمى في الاتجاه السالب ثم تعود إلى الصفر وتتكرر العملية ويكون التيار والفولتية في نفس الاتجاه.



شكل ١٨

٢- **الملف :**

وهو عبارة عن سلك ملفوف وعند سريان التيار به يقوم بتخزين طاقة مغناطيسية والتي تعمل على مقومة أي تغيير بالتيار الذي يسري في الملف وتسمى هذه الظاهرة بالحث الذاتي ويرمز للملف في الدارات الكهربائية والألكترونية كما هو مبين في الشكل ويقاس معامل الحث الذاتي للملف بوحدة تسمى الهنري Henry .

رمز الملف 

مثال (٢-٥)

وصل ملف حث 0.5 هنري مع مصدر فولتية 230 V وتردد 50 HZ إحسب قيمة التيار المار فيه .

وتسمى ممانعة الملف لسريان التيار بالمقاومة الحثية ($م_ل$) لقد وجد أنه تتناسب مع السرعة الزاوية (ω) ومعامل الحث الذاتي للملف (ل) فإذا كان الحث الذاتي فإن :

م ل= ω ل

لكن ω = ٢πذ

$م_ل$ = ٢ π ذ ل

حيث $م_ل$ = الممانعة الحثية بالأوم .

ذ : التردد بالهيرتز (دورة / ثانية) .

ل : حث الملف بالهنري .

الحل : م ل= 2 π ذل .

= 2π X 50 X 5.0

= 157 Ω

المحولات:

تعد المحولات من أهم تطبيقات الملفات وتستخدم لرفع أو خفض الجهد أو التيار في الدارات الكهدبائية وتعتمد على ما يسمى بالحث التبادلي .

عندما يمر تيار في ملف سينتج مجالاً مغناطيسياً حوله وتعمد قيمة هذا المجال على قيمة التيار المار في الملف ، فإذا وضعنا ملفاً آخر في هذا المجال فإنه سيتولد في الملف الثاني تيار كهربائي وتسمى هذه الخاصية بالحث التبادلي ، ويجب أن تكون قمة المجال المغناطيسي في الملف الأول متغيرة حتى يتولد تيار في الملف الثاني .

أجزاء المحول :

١ – القلب وهو عبارة عن قطعة من الحديد .

٢ – الملف الرئيسي (الإبتدائي) ، ويمثل مدخل المحول .

٣– الملف الثانوي : ويمثل مخرج التيار .

والملفان يكونان عبارة عن سلكين ملفوفين على القلب ولا يلامسان بعضهما . والملفان

شكل ١٩

كيف يعمل المحول:

يعمل المحول فقط مع التيارات المتناوبة (AC) ، ولا يعمل مع التيارات المستمرة إلا إذا أجريت لها عمليات تقطيع (وصل+فصل) وعندما يدخل التيار المتردد عبر الملف الرئيسي ينتج عنه مجال معناطيسي يكون مركزاً في القلب الحديدي ، ويقوم هذا المجال بقطع لفات الملف مولداً تياراً يسري به .

وتعتمد قيمة الفولتية والتيار المتولدين في الملف الثانوي على عدد لفاته وعدد لفات الملف الابتدائي حسب العلاقات التالية :

$$\frac{\text{الجهد الرئيسي}}{\text{الجهد الثانوي}} = \frac{\text{عدد لفات الملف الرئيسي}}{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}$$

* أما علاقة التيار بعدد اللفات فتخضع للعلاقة التالية :

$$\frac{\text{التيار في الملف الرئيسي}}{\text{التيار في الملف الثانوي}} = \frac{\text{عدد لفات الملف الرئيسي}}{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}$$

إذا كان عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الرئيسي (الإبتدائي) فإن الجهد الناتج من المحول يكون أكبر من الجهد الداخل بينما يكون التيار الخارج أقل من التيار الداخل ، ويحدث العكس إذا كان عدد لفات الملف الثانوي أقل من عدد لفات الملف الرئيسي .

مثال (٢-٦)

محول(230 – 12) ڤولت عدد لفات ملفه الرئيسي 345 فما هي عدد لفات ملفه الثانوي؟

عندما نقول 230–12 فهذا يعني أن الجهد الرئيسي 230 V والجهد الثانوي 12V

$$\frac{\text{الجهد الرئيسي}}{\text{الجهد الثانوي}} = \frac{\text{عدد لفات الملف الرئيسي}}{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}$$

$$\frac{230}{12} = \frac{345}{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}$$

عدد لفات الملف الثانوي =18 لفة

٤ **المواسع** : كما مر سابقاً يستخدم المواسع لتخزين الطاقة الكهربائية عن طريق اندفاع الشحنات من وإلى ألواح المواسع (المكثف)، وفي حالة التيار المتناوب فإنه فرق الجهد على طرفي المراسع يتغير حسب المنحنى الجيبي ويتغير التيار المندفع إلى المواسع تبعاً لذلك، ولكن التيار هنا يسبق الڤولتية 90° وتسمى هذه الزاوية زاوية الطور كما هو مبين في الشكل .

❊ ومما سبق نلاحظ ما يلي :

١– في حالة المقاومة يكون التيار الڤولتية معاً (زاوية صفر) .

٢– في حالة الملف تسبق الڤولتية التيار بربع دورة (90°) .

٣– في حالة المواسع يسبق التيار الڤولتية بربع دورة (90°) .

وكما هو معلوم فإن المواسع لا يستهلك القدرة بل يخزنها في مجال كهربائي وبما أنه يظهر فرق جهد على طرفي المواسع ويمرر التيار المتناوب فإنه له مقاومة تسمى الممانعة السعوية (م $_{س}$ ، R_c) وتتناسب عكسياً مع السرعة الزاوية (ω) وسعة المواسع (C) ، أي أن :

$$م_{س} = \frac{1}{\omega\ س} = \frac{1}{2\pi ت\ س}$$

م $_{س}$: الممانعة السعوية بالأوم .

ت : (التردد) بالهيرتز .

س : سعة المواسع بالفاراد .

مثال (٢-٤)

مواسع سعته 20 مايكرو فارد وصل مع مصدر للتيار المتناوب ڤولتية 230 v وتردد 50HZ أوجد ممانعة المواسع وتياره :

$$م_س = \frac{1}{\omega س} = \frac{1}{2\pi ذ س}$$

$$م_س = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 20 \times 10^{-6}} = 159\Omega$$

$$ت = \frac{ف}{م_س} = \frac{230}{159} = 1.45\ A$$

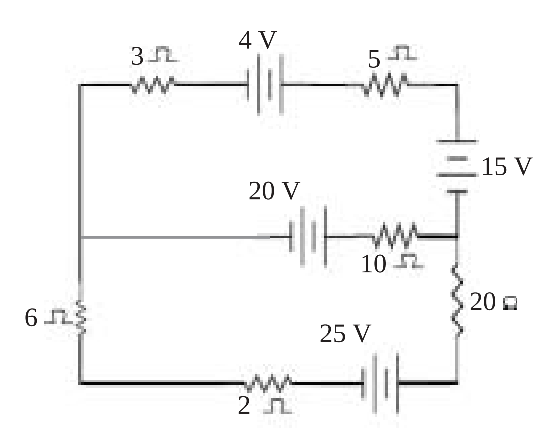
أسئلة الوحدة:

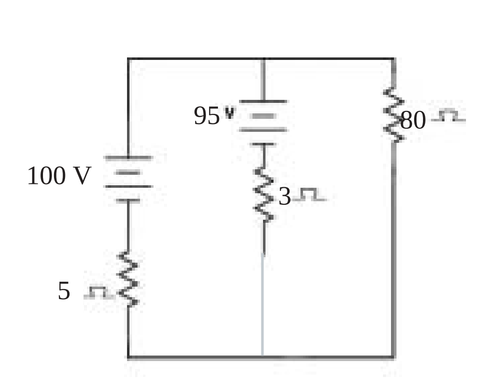
١ عرف التيار المستمر مع الرسم؟

٢ أذكر مصادر التيار المستمر؟

٣ يمر تيار قدرته شدته 20 A في سلك من النحاس مساحة مقطعة $=2.5\ mm^2$ وطوله 30 m فإذا كان جهد المصدر 14V والمقاومة النوعية للنحاس $0.0178\ mm^2/m$. احسب الهبوط في الڤولتية؟

٤ باستخدام قانونا كيرشوف احسب التيار المار في كل فرع من أفرع الدارات التالية وحدد باتجاهه باستخدام طرق حل مختلفة :





٥ احسب عدد الأقطاب التي يجب أن يحتويها مولد تيار متناوب إذا لزم توليد ڤولتية ترددها 800Hz عند سرعة دوران 6000 دورة/ دقيقة .

٧ عرف القيمة العظمى للڤولتية والتيار في التيار المتناوب؟

٨ عرف القيمة الفعالة للموجة الجيبية؟

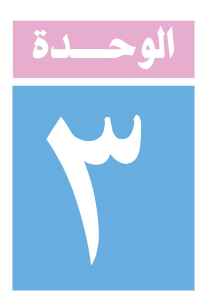
٩ عرف الملف مع الرسم وذكر وحدة القياس؟

١٠ احسب الممانعة التأثيرية لملف قيمته 0.0هنري موصول في دارة ترددها 50Hzواحسب التيار المار فيه إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 230 V .

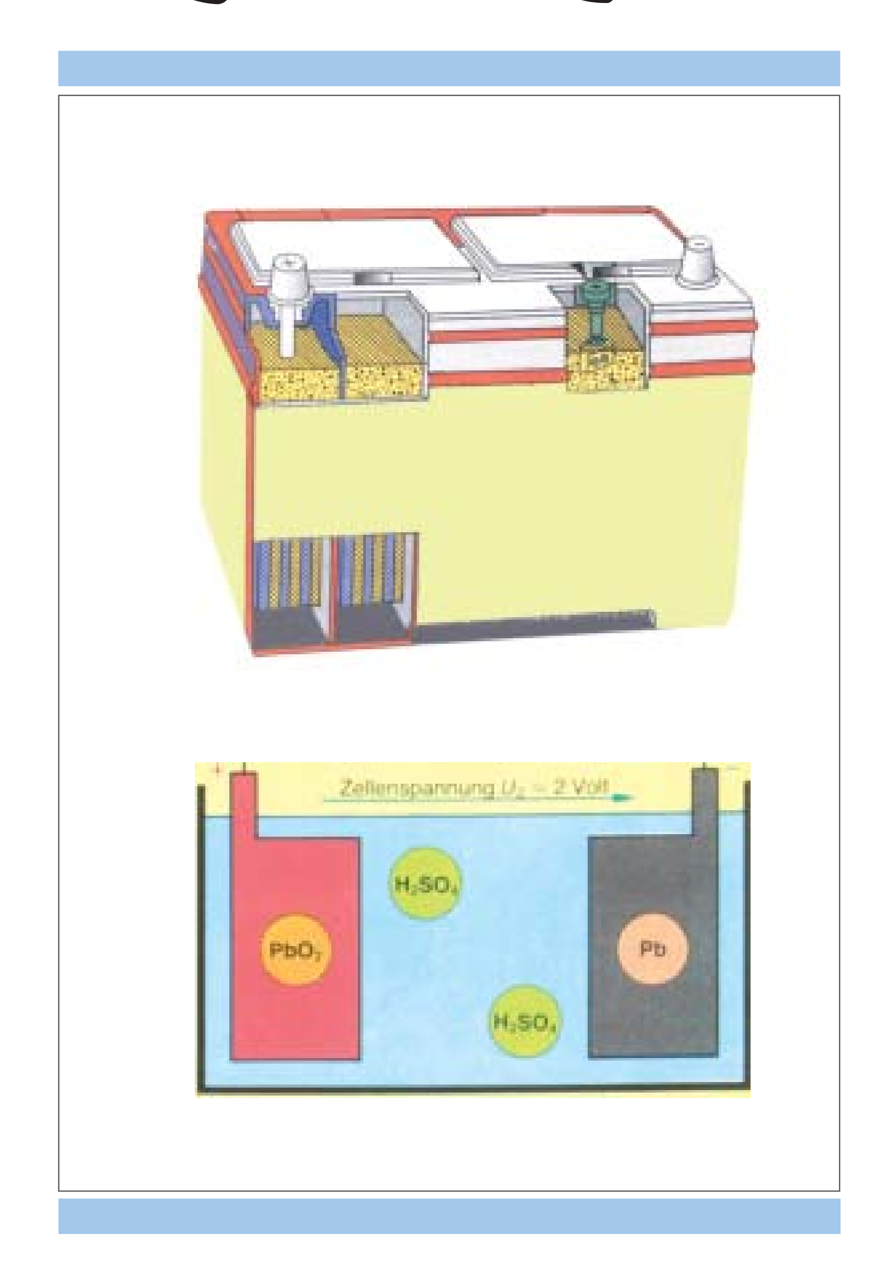
١١ احسب الممانعة السعودية لمواسع سعته 35 مايكرو فاراد موصول في دارة ترددها 50Hz ، واحسب التيار المار فيه إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 230 V .

١٢ أذكر أجزاء المحول واشرح آلية عمله؟

١٣ محول نسبة عدد لفاته الثانوية إلى الرئيسية (50)، فإذا كان التيار الإبتدائي المار فيه (1A) احسب التيار الثانوي، وإذا كان الجهد الرئيسي 12V احسب الجهد الثانوي؟



البطارية الاختزانية



مقدمة

البطارية مخزن للطاقة الكهربا ئية وتدخل الى الخدمة عند الطلب ، في السيارات تقوم البطارية بخزن الطاقة الكهربائية لتغذي الاحمال الكهربائية وتبرز الحاجة القصوى للبطارية عند بدء التشغيل .

النتاجات المتوقعة بعد اكمال هذة الوحده :

- تفهم اهمية البطاريات المختلفة المستخدمة في السيارات
- التمييز بين انواع البطاريات المختلفة (المواصفات الفنية) .
- تحديد الفرق بين البطاريات من ناحية السعة .
- تحديد حالة شحن البطارية .
- التعرف على طرق شحن البطارية

المتطلبات التقنية المرغوب توفرها في بطارية المركبه:

١ تزويد أقصى تيار دون هبوط ملحوظ في(الجهد) الضغط عند (الإحمال الكهربائية) .

٢ اعطاء اكبر قدرة عند مختلف درجات الحرارة .

٣ الحصول على اكبر سعة كهربائية من اقل وزن وحجم ممكن .

٤ اقصى تحمل للارتجاج والاهتزاز والتغير في السرعات .

٥ اطول عمر تشغيل في اقل صيانة ممكنه .

٦ اقل ما يمكن من تلويث البيئة عند الانتهاء من الخدمة مع إمكانية إعادة تصنيع مركبات البطارية

٧ اقل ما يمكن من انبعاث الغازات من حجرات البطارية اثناء الاستخدام .

أنواع البطاريات المستخدمة في السيارات

١ البطارية الرصاصية – الحامضية (Lead-Acid Battery) .

٢ البطارية القلوية(Nickel-Alkaline Battery) .

والاكثر استخداما من البطاريات القلوية ؛ بطارية النيكل كاديوم (Nickel- Cadmium Battery).

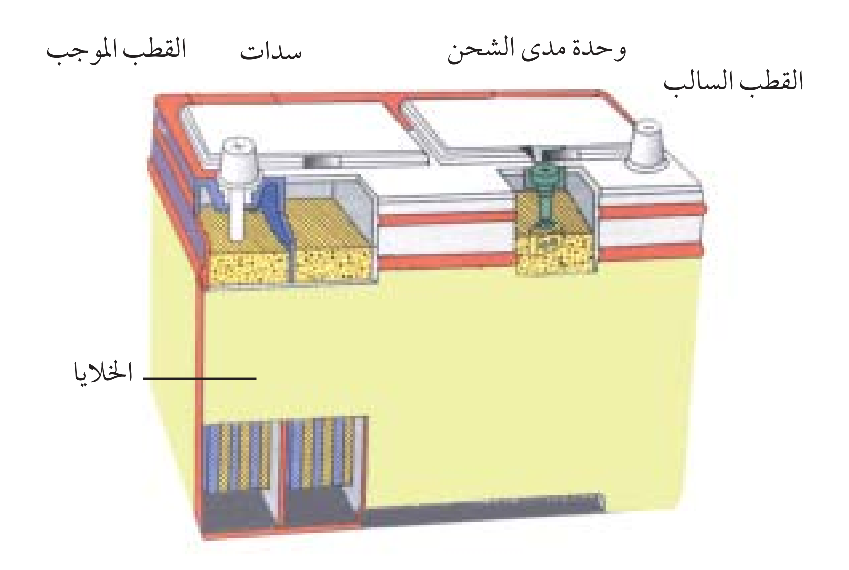
في هذه الوحده سوف تدرس بطارية الرصاص الحامضية وما يتعلق بها من معارف ومهارات ادائية ودراسة طرق شحنها والاجهزة المستخدمه في فحصها ومعالجة مشاكلها .

البطارية الرصاصية:

تسمى البطارية الرصاصية او (الحامضية الرصاصية) وقد اشتق اسمها من المادة الفعالة المصنعة من الرصاص وثاني اكسيد الرصاص على شكل الواح مسامية مغموسة في حامض الكبريتيك المخفف

أ. احجزاء البطارية الرصاصية.

تتكون البطارية الرصاصية من الاجزاء الرئيسية التالية :



١ الغلاف الخارجي (Battery Case):

الغلاف الخارجي او الصندوق، يصنع الغلاف من مركبات بلاستيكية مقاومة لظروف عمل البطارية كمقاومة التأثر بحامض الكبريتيك(التآكل) ومقاومة ألحراره والاهتزاز، وتقسم البطارية الى حجر لإيواء الالواح الفعالة في البطارية ويترك فراغ محسوب في اسفل صندوق البطارية لحفظ المواد المترسبة لتقليل الاخطار على الالواح الفعالة ولتطويل عمرها الافتراضي ، ويتم في صندوق البطارية التفاعلات الكيماوية من شحن وتفريغ حسب حالة استخدام البطارية .

(ويلصق على صندوق البطارية بطاقة التعريف بمواصفات البطارية التي تظهر جهد وسعة البطارية والتيار الاقصى التي يمكن ان تزوده) .



غطاء بطارية يظهر منه القطبان ويركب اعلى البطارية ،

٢ **الغطاء** (Cover):

وهو الجزء العلوي من البطارية الذي يحكم اغلاق البطارية وتظهر من خلاله اقطاب البطاريه الموجب والسالب وتركب فيه سدات عيون الخلايا وتوجد ثقوب في السدات من اجل تهوية الخلايا او الحجر لمنع تشكل ضغط من الغازات الناتجة من التفاعل الكيماوي ويغلب على سدات الاعين امكانية فكها من اجل اضافة الماء المقطر الى البطارية عند انخفاض مستوى سائل البطاريه .

٣ **الخلايا** (Cells) :

تتكون الخلية الواحدة من مجموعه من الالواح الموجبه والسالبة بينها فواصل ويكون محلولها الحامضي معزول عن الخلايا المجاورة وتتصل مع الخلايا المجاوره بالتوالي ، ويوجد في البطارية ٦ خلايا جهد الخلية الواحده ٢ فولت ليصبح جهد البطارية ١٢ فولتاً .

٤ **الالواح الشبكية الفعالة** (Grid Plates):

تصنع من سبيكة الرصاص والانتيمون وتكون ذات مسامية عالية والالواح السالبة مصنوعة من الرصاص النقي اما الالواح الموجبة فمصنوعة من ثاني اكسيد الرصاص ، وتتكون الخلية او الحجرة الواحدة من عدد من طبقات الالواح الموجبة والسالبة وكلما زاد عدد الالواح كلما زادت سعة البطارية .

معادلة البطارية الكيماوية :

أنواع الالواح

أ الالواح الموجبة (Positive Plates):

وهي الالواح المصنوعة من ثاني اكسيد الرصاص النقي PbO_2 وتشكل بطرق تعمل على تقوية بناء اللوح الشبكي وتجمع هذه الالواح معا لتتصل مع القطب الموجب للخلية الواحدة ويميل لون هذه المجموعة الى اللون البني الفاتح .

ب الألواح السالبة (Negative Plates):

وتتشكل الالواح السالبة بنفس الطريقة التي تشكل بها الألواح الموجبة من ناحية البناء اما من ناحية مادة الصناعة فهي مصنوعه من الرصاص الاسفنجي النقي Pb وتجمع الالواح السالبة في الخلية الواحدة معاً لتتصل مع الخلية المجاوره حتى القطب السالب في البطارية .

٥ الفواصل (Separators):

هي الجزء الموجود لمنع أي اتصال ما بين الالواح الموجبه والسالبة في الخلية الواحدة وتعمل على تسهيل مرور محلول البطارية ما بين الالواح دون اعاقة وتساعد على منع انتقال الاجزاء العائمة كبيرة الحجم ما بين الالواح وتدفعها الى الرسوب في قاع صندوق البطاريه .

تصنع الالواح الفاصله من عدة مواد تحدث صناعتها بين الحين والآخر حسب تقدم صناعة البطارية ومن المواد التي تصنع منها حديثا :

- بلاستيك مسامي (اللدائن البلاستيكية).
- زجاج مسامي ذو قدرة على تحمل الارتجاج.
- الياف زجاجية على شكل صفائح.
- ابونايت.
- فيبر معالج لتحمل حامض الكبريتيك .

ب محلول البطارية (Battery Acid)

يتركب محلول البطارية الرصاصية من حامض الكبريتيك (H_2SO_4) المخفف بتركيز٣٦٪ حتى ٦٤ ٪ حامض والباقي ماء مقطر او بنسبة (٤ : ١) ، (ماء : حامض) مع مراعات المنطقة المناخية التي سوف تخدم فيها البطارية ، فتزداد كثافة الحامض في المناطق الاكثر برودة وتخفف في المناطق الحارة بسبب زيادة التبخر من اجل المحافظه على افضل اداء في كل مناطق العمل .

اعداد محلول البطارية:

يعد المحلول في مختبرات الشركات المنتجة لحامض الكبريتيك او مصانع البطاريات وتراعى اعلى درجات الامن والسلامه بسبب خطورة المركب ويحضر كما يلي :

١ يحضر وعاء زجاجي لا يتاثر بالاحماض

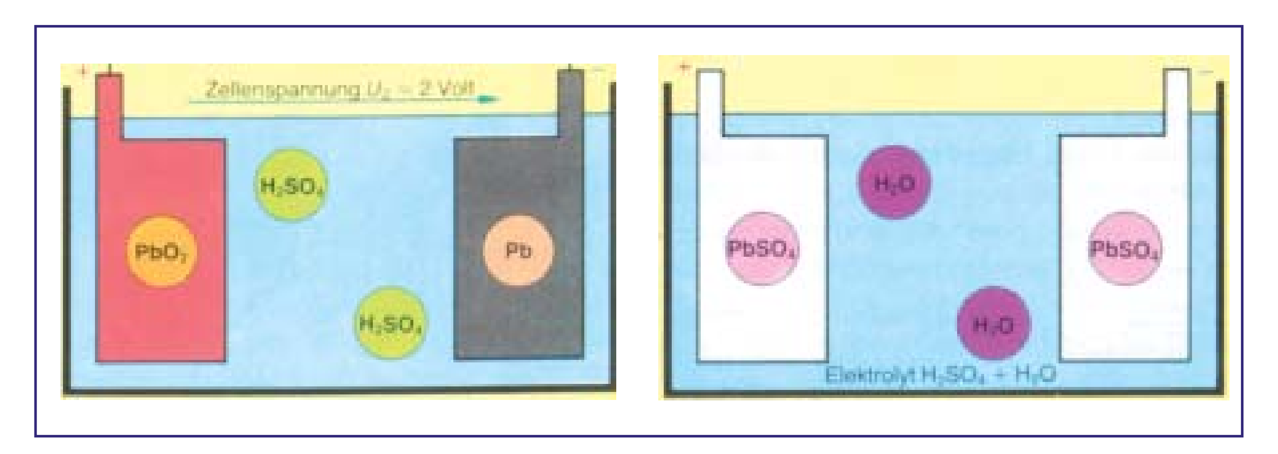
٢ تسكب كمية الماء المطلوبة في الوعاء

٣ تسكب الكمية المناسبة من الحمض الى الماء ببطء وبحذر شديد .

٤ يحرك المحلول ببطء حتى تنخفض حرارته الى درجة حرارة الجو .

بعد هذة الخطوات يعبأ المحلول في حجرات البطارية بحظر شديد وبعد ذلك تتم عملية الشحن للبطارية .

مركبات بطارية فارغة				مركبات بطارية مشحونة		
الالواح السالبة	المحلول	الالواح الموجبة		الالواح السالبة	المحلول	الالواح الموجبة
$+PbSO_4$	$+2H_2O$	$PbSO_4$	=	$+Pb$	$2H_2SO_4$	$Pb0_2$
كبريتات الرصاص	ماء	كبريتات الرصاص		رصاص	حامض الكبريتيك	ثاني اكسيد الرصاص



تتغير مركبات البطارية الرصاصية حسب مدى شحن البطارية ، كما يظهر الجدول السابق فإن مكونات بطارية مشحونه هي ثاني اكسيد الرصاص وحامض الكبريتيك والرصاص ، وعند سحب التيار الكهربائي من البطارية تتحول مكونات البطارية فتصبح كبريتات الرصاص في كل من الالواح الموجبة والسالبة ويصبح محلول البطارية ماء ، أما عند شحن البطارية تتحول كبريتات الرصاص والماء فتعود كما كانت سابقا حامض الكبريتيك واكسيد الرصاص والرصاص .

الوزن النوعي للمحلول:

يقاس الوزن النوعي للمحلول بواسطة الهيدروميتر (Hydrometer) ، وهو على عدة اشكال ، منها الهيدرومتر البصري والهديرومتر الشفاط والاكثر انتشاراً النوع الشفاط المصنوع من انبوب زجاجي في داخلة عوامه من الزجاج ومدرجه بقيم الوزن النوعي لمحلول البطارية .

يتغير الوزن النوعي لمحلول البطارية حسب مدى شحن البطارية ونستطيع أن نحدد مقدار الشحن من خلال قياس الوزن النوعي للمحلول بواسطة الهيدوميتر.
وحدة قياس الوزن النوعي كغم / لتر
Kg/Lt

قياس الوزن النوعي لمحلول البطارية بواسطة الهيدوميتر :
تفك سدادت خلايا البطارية ويدخل الانبوب المطاطي في الحجرة ويشفط السائل من داخل الحجرة فتبدأ العوامة المدرجة بالارتفاع ، فيكون تدرج العوامة المقابل لسطح السائل في الانبوبه مساويا للوزن النوعي للمحلول ، وكلما ارتفعت العوامة المدرجة اكثر دل على تركيز أعلى للمحلول ومدى شحن افضل للحجرة الواحدة ، تكرر العملية لتشمل كل الحجر وتقارن القيم المقاسة مع جداول الشحن لتحديد حالة البطارية .

١٣٥٠–١٢٥٠ كغم/ لتر   ١٢٥٠–١١٥٠ كغم/ لتر   ١١٥٠ –١١٠٠كغم/ لتر



البطارية مشحونة تماما   البطارية نصف مشحونة   البطارية فارغة

شحن البطارية:

تشحن البطارية الرصاصية عند اضافة المحلول الى البطارية لاول مرة أوبعد استخدام البطارية لفترة من الزمن ، في السيارة يوجد جهاز شحن يعمل على اعادة شحن البطارية ، وينبغي شحن البطارية بعد عمل صيانة لها او لعدم قدرة السيارة على شحنها ويتم ذلك باستخدام جهاز الشحن بشرط ان لا يزيد معدل شحن البطارية البطيء اكثر من ١٠٪ من سعة البطارية .

توجد أنواع مختلفة من أجهزة الشحن التي تختلف من ناحية قدرتها على انتاج جهد وتيار او قدرتها على الشحن السريع او البطيئ او انه مركب لها جهاز توقيت ام لا ،لكن ان جهد شحن البطارية ينبغي ان يكون اعلى من جهد البطارية المشحونه ب ١٠ ٪ ، يعمل جهاز الشحن على اعادة تحليل مكونات البطارية من فارغة الى مشحونه ويمكن معرفة ان البطارية قد شحنت ام لا من

خلال قياس الوزن النوعي للمحلول وفحص البطارية تحت الاحمال الكهربائية .



لوحة التحكم في جهاز الشحن :



مكان الشحن:

يراعى في مكان الشحن توفر الظروف والشروط التالية لدواعي السلامه والامن :

١ التهوية الجيدة لتقليل تأثير الاضرار من الغازات والابخرة الناتجة عن شحن البطارية .

٢ يمنع وجود مصدر لهب او شرارة أو أي اجسام ساخنة او متوهجة في مكان شحن البطارية .

٣ توفر مصدر ماء او مغسلة في مكان العمل ، وذلك لتقليل الاخطار الناجه من ملامسة سائل او مركبات البطارية لاي جسم ما ، لان افضل وسيلة لتقليل اخطار ملامسة حامض البطارية بواسطة غسل الجسم بالماء ولفتره طويلة وذلك لتقليل تركيز الحامض.

٤ توفر الانار الكافية في مكان شحن البطارية.

٥ أن يكون مكان شحن البطارية معتدل الحرارة توصيل جهاز الشحن مع البطارية :

البطارية القلوية

تركيب بطارية النكل – كاديوم وطريقة عملها Nickel- Cadmium

تصنع الألواح الفعالة في هذه البطارية من نوعين من الألواح، موجبة مصنوعة من الحديد الصلب الغير قابل للصدأ على شكل شبكي مضافاً له أكسيد النيكل المائي، أما الألواح السالبة فمصنوعة من أكسيد الكاديوم على شكل شبكات خاصة، ويضاف بين الألواح محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم والماء المقطر مقدار وزنه النوعي ١,٢ كغم / لتر تقريباً.

يختلف محلول هذه البطارية عن البطاريةالرصاصية بأن المحلول هنا يستخدم كناقل للكهرباء وليس جزء من التفاعل الكيماوي لذا تبقى كثافته ثابته تقريباً أثناء الشحن والتفريغ.

إن التفاعل الكيماوي في هذه البطارية معقد إذ يعتقد بتأكسد المادة الفعالة الموجودة على الألواح الموجبة أثناء عملية الشحن وتختزن المادة الموجودة على الألواح السالبة فتتحول من أكسيد الكاديوم إلى الكاديوم الإسفنجي، ويتم العكس أثناء عملية التفريغ، إذ تتحول المادة الموجودة على الألواح الموجبة فتتأكسد المادة الموجودة على الألواح السالبة لتتحول إلى أكسيد الكاديوم.

المعادلة الكيماوية للبطارية القلوية :

بطارية فارغة	بطارية مشحونة
$Cd+2H_2O+2NOOH$	$Cd+(OH)_2+2Ni(OH)_2$

أن دور المحلول يعمل على نقل الأكسجين من الألواح السالبة إلى الألواح الموجبة أثناء عملية الشحن، ويحدث العكس أثناء عملية التفريغ ومرور التيار يفصله إلى مكوناته الأساسية ثم يعود للتعادل مرة أخرى بالتفاعل الثانوي بين البوتاسيوم المترسب والماء الزائد.

تمتاز هذه البطارية عن البطارية الرصاصية بما يلي :

١ صمودها أمام الإجهادات الميكانيكية أعلى.

٢ عمرها الافتراضي أطول.

٣ حساسيتها أقل للشحن الزائد والتفريغ السريع للتيار.

٤ لا تخرج أبخرة كيماوية ويمكن إحكامها بشكل كامل للحجوم الصغيرة من البطاريات.

٥ قلة حاجتها للصيانة وإضافة المحاليل.

سعة البطارية

تعرف السعة بأنها : مقدار ما تعطيه البطارية من تيار في وحدة الزمن باستمرار حتى ينخفض جهد الكلي للبطارية الى ٥ , ١٠ فولت عند درجة حراره ٢٣° م .

ان افضل اسلوب لتحديد سعة البطارية هو تحميلها بمقاومه معلومه يلزمها تيار محدد لمدة ٢٠ ساعة حتى يصل الجهد الكلي للبطارية الى ٥ , ١٠ فولت عند درجة حرارة ٢٣ م وبشكل مستمر .

فمثلا اذا كانت سعة البطارية ٦٠ امبير ساعه وكان تيار التفريغ ٣ امبير فان البطارية سوف تستمر بالعمل لمدة ٢٠ ساعة متواصلة حتى يصل جهدها الكلي الى ٥ , ١٠ فولت او جهد الحجرة الواحده ٧٥ , ١ فولت .

العوامل المؤثرة على سعة البطاريه :

١ كبر المساحة المربعة لمجموع مساحات الالواح الفعالة في البطارية

٢ كتلة الالواح الفعالة : فكلما زادت كتلة الألواح كلما ارتفعت السعة

٣ درجة حرارة البطارية : فكلما ارتفعت الحراره زادت فاعلية العملية الكيماوية بشرط ان لا تزيد عن ٤٥ درجه سيلسيوس .

٤ جودة مادة صناعة الالواح الفعالة وجودة الحامض ونقاء الماء المضاف له .

٥ معدل التيار المسحوب فكلما زاد معدل التيار قلت السعة

٦ سهولة انتقال المادة الفعالة بين الالواح وهذا يعتمد على نوع الالواح وشكل بنائها داخل البطارية . .

بطاقة التعريف بمواصفات البطاريه :

تلصق على البطارية بطاقة تعريف بمواصفات البطارية ، ونشير إلى جهد البطاريةالإسمي وسعتها Ah ومقدار التيار الأقصى المسحوب يساعد على حسن اختيار البطارية .

إن الهدف من وجود هذه البطاقة هو تعريف المستخدم بالمواصفات الى سوف يحصل عليها اذا اختار هذه البطاريه او تلك وتسهل على الفني والمصمم لنظام البدئ والتشغيل أي بطارية سوف يطلب ويركب على المركبه .



جودة البطاريه:

هي النسبة بين مقدار ما تأخذه البطارية الى ما يمكن ان تعطيه ، وبمعنى آخر النسبة ما بين عدد امبير ساعة التي تعطيه البطارية حتى ينخفض الجهد الكلي الى ١٠,٨ فولت الى امبيرساعة اللازمه لشحن البطارية حتى يصل الجهد الكلي الى ١٢,٢ فولت ويفهم من هذا أن :

$$\text{جودة البطارية} = \frac{\text{امبير ساعة التي نأخذها من البطارية اثناء التفريغ}}{\text{امبير ساعة التي نعطيها للبطارية اثناء الشحن}}$$

في بداية فترة عمل البطارية تكون الجودة عالية وبعد استخدام البطارية تبدأ الجودة بالانخفاض حتى تصل

الى قيم غير مقبولة وعندها تستبدل البطارية مع الاخذ بالحسبان ان هنالك عوامل تأثر على الجوده ومن اهمها انخفاض الحراره وزيادة معدلات التفريغ او ارتفاع معدل الشحن او ارتفاع جهد الشحن هذا بالاضافة الى ظروف العمل والصيانة دورية .

طرق فحص البطارية:

افضل واسهل الطرق لفحص البطارية هي بواسطة جهاز التحميل الحراري وتوجد عدة انواع من اجهزة التحميل الحرارية وتصنف هذه الأجهزه حسب مقدار التيار المسحوب من الجهاز ومنها ما يلزمه ٤٠ امبير ، ٦٠ امبير و١٠٠ امبير .

ويوصل الجهاز مع البطارية حسب القطبية ثم تفك اغطية الحجرارت خوفاً من تكون غازات، تؤدي إلى انفجار البطارية ثم يضغط على مفتاح تشغيل الحمل الحراري في الجهاز لمدة (١٠) ثواني مع استمرار مراقبة مقياس الجهد ، عند الثانية العاشرة يسجل الجهد ويترك مفتاح التحميل . يجب ان لايقل الجهد الكلي عن ١٠,٥ فولت عند درجة حراره ٢٤ م اذا كانت البطارية سليمة ومشحونه ، لكن اذا هبط الجهد بشكل حاد فانه يدل عل ان البطارية تالفة اما اذا هبط الجهد حتى ٨ فولت فإنه يعاد شحن البطارية وإعادة الفحص مرة اخرى .



اعطال البطاريه:

يبين الجدول التالي ابرز الاعطال المنتشرة للبطارية مع ذكر لمظهر وسبب العطل وطرق المعالجه .

لرقم	مظهر العطل	الأسباب	المعالجات
١	انخفاض مستوى المحلول	١ . التبخر الطبيعي ٢ . زيادة الشحن ٣ . تسرب او تهريب	١ . اضافة الماء المقطر ٢ . استبدال المنظم ٣ . تصليح جهاز الشحن
٢	خروج المحلول من فتحات التهوية	١ . شحن زائد للبطارية ٢ . قصر في دائرة التوحيد ٣ . عيب في تثبيت البطارية	١ . تنظيف البطارية ٢ . تصليح جهاز الشحن
٣	هبوط في جهد وقلة جودة البطارية	١ . ارتخاء حزام تدوير المولد ٢ . ضعف في جهاز الشحن منظم الجهد في جهاز الشحن ٣ . زيادة الاحمال الكهربائة ٤ . ارتخاء اطراف وكوابل التوصيل بين البطارية وجسم السيارة وجهاز الشحن .	١ . شد حزام التدوير ٢ . تصليح جهاز الشحن ٣ . استبدال منظم الجهد ٤ . تقليل الاحمال الكهربائية ٥ . تنظيف كوابل واقطاب التوصيل ما بين جسم السيارة وما بين جهاز الشحن

الأسئلة

١ - ما هي الأجزاء الرئيسة للبطارية الرصاصية؟

٢ - اذكر خطوات تحديد حالة شحن البطارية الرصاصية في الحالات التالية :

-١ وهي عل يالمركبة دون فكها.

باستخدام جهاز تحميل البطارية

٣ - باستخدام جهاز قياس كثافة المحول الهيدروميتر ،

٣ - عرف سعة البطارية

-٤ ما هي حسنات البطارية القلوية على البطارية الرصاصية.

٥ - ما هي أهمية الثقوب في أغطية حجر البطارية الرصاصية وما هو انسداد هذه الثقوب على البطارية.

٦ -اكتب معادلة شحن وتفريغ البطارية الرصاصية بالرموز الكيماوية.

٧ - ميز بين الألواح الموجبة والسالبة في البطارية من ناحية مادة الصناعة اللون عدد الألواح

-٨ ما هو تأثير الارتفاع الزائد في الحرارة على أداء البطارية

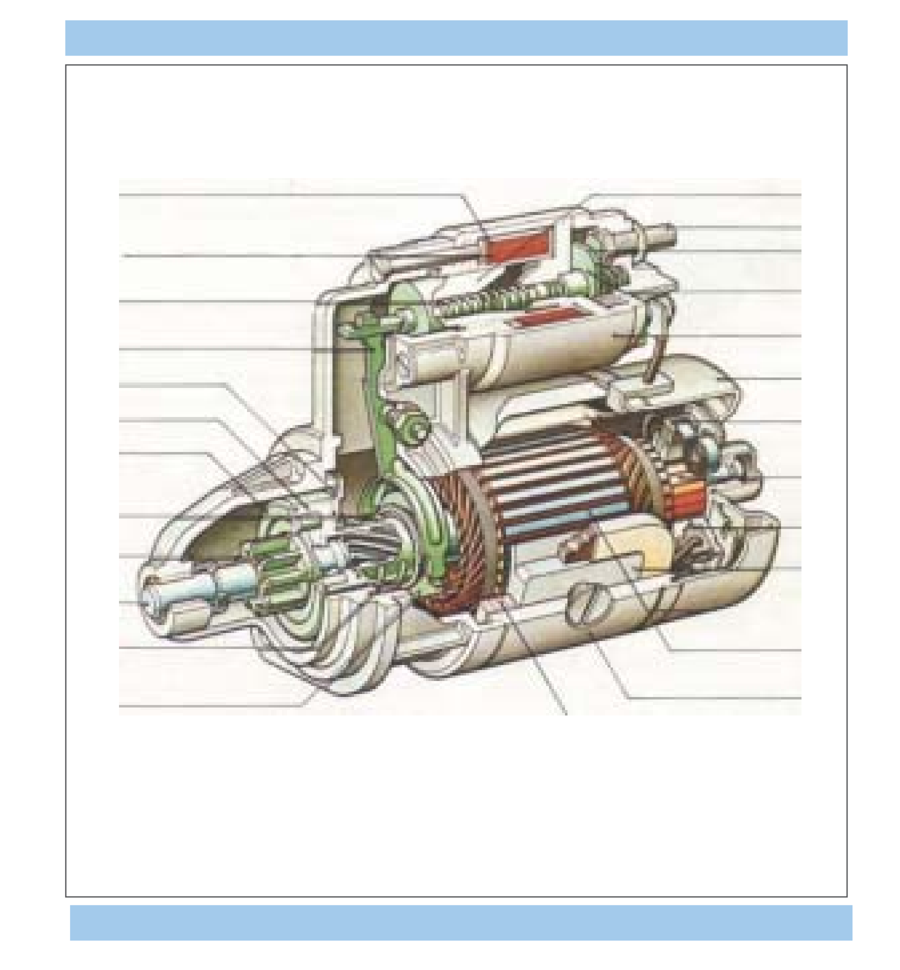
٩ - ما هو تأثير ارتفاع فرق الجهد الشحن على مادة الفعالة في البطارية

١٠ - لماذا يضاف الماء المقطر فقط إلى حجر البطارية مع أن المحلول في داخل البطارية يكون إما ماء أو حامض الكبريتيك.

الوحـــدة

٤

بدء الحركة



الـدرس ١

بدء الحركة والتشغيل

مقدمة يعاب على محرك السيارة سواء كان محرك يعمل بوقود بنزين او ديزل او بالغاز انه لا يستطيع ان يبدأ بالعمل بشكل ذاتي دون الاستعانه بجهاز اخر ، لذلك ركب مصنعوا السيارات وسائل مختلفة لتشغيل المحرك وقد تطورت من منولة تشغيل يدوية الى محرك كهربائي له مجموعة من التركيبات والدوائر الكهربائية تعمل على تشغيل المحرك بكل سهولة ويسر ، في هذه الوحدة سوف ندرس هذه التركيبات والدوائر الكهربائية . النتاجات المتوقعة بعد اكمال الوحده :

- التعرف على مكونات نظام بدء الحركة والتشغيل لمحركات الاحتراق الداخلي.
- استيعاب طرق نقل الحركة من محرك البدء الى محرك السيارة.
- تتبع دوائر التشغيل الكهربائية لنظام بدء تشغيل المحرك.
- تحليل اسباب مشاكل دوائر البدء .

أنظمة بدء الحركة

أولاً: وظائف نظام بدء الحركة

١ . تدوير محرك الاحتراق الداخلي بسرعة مناسبه لسحب الوقود والهواء لمحرك البنزين او الهواء في محرك الديزل من اجل البدء في عمليات الاحتراق الداخلي

٢ . توليد العزم الكافي للتغلب على الاجزاء المتحركه المطلوب ادارتها في المحرك مثل عمود المرفق والمكابس والصمامات

٣ . التعشيق الآمن مع الحذافة ثم بدء التدوير المحرك حتى يعمل بشكل ذاتي و الفصل بطريقة سلسة وبدون اضرار او صعوبات .

المتطلبات التكنولوجية المرغوب فيها في دائرة البدء.

١ . صغر الحجم والوزن في مكونات الدائرة من اجل تقليل المفاقيد في الطاقة .

٢ . سحب اقل ما يمكن من تيار من اجلل تقليل سعة وحجم البطارية الاختزانية .

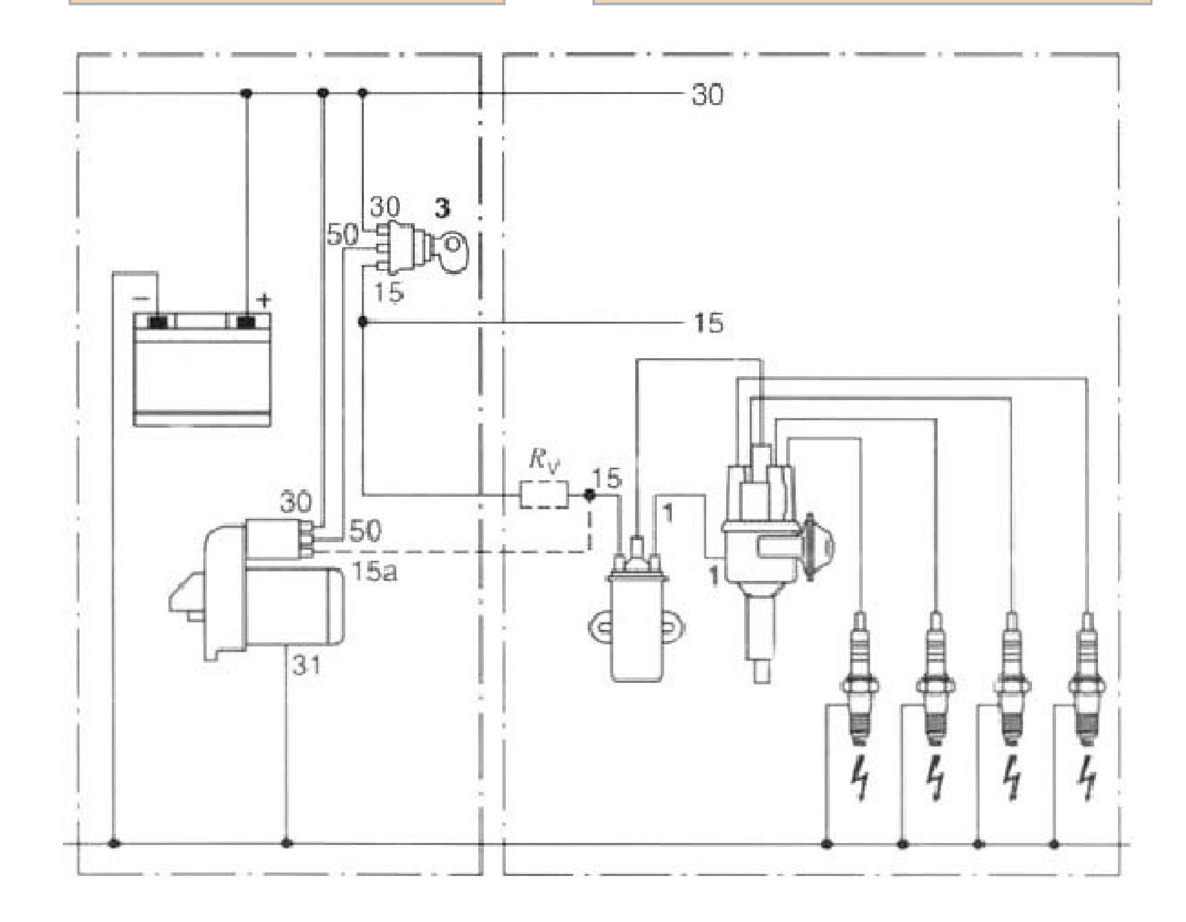
٣ . قرب البادىء اكثر ما يمكن من البطارية لتقليل الهبوط في الجهد من الموصلات .

٤ . سهولة الوصل الى مكونات دائرة البدء والبادىء لتسهيل الصيانة وتقليل زمن توقف المركبة .

٥ . اطول فترة خدمة ممكنه لمكونات الدائرة وأقل تكلفة ووقت ممكن لعمليات الصيانة .

ثانياً : مكونات نظام بدء الحركة والاشتعال العادي

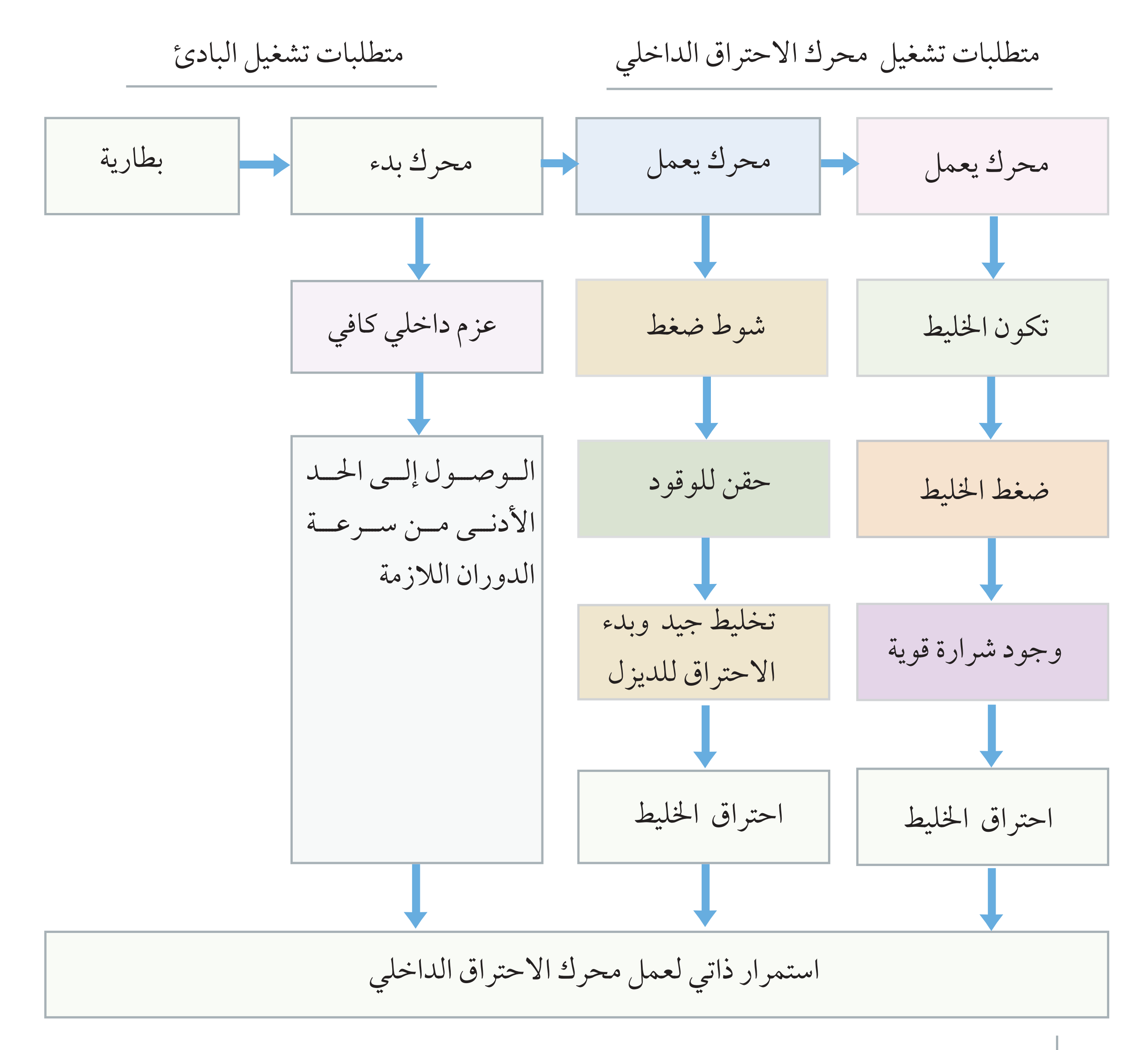
مركبات دائرة بدء التشغيل	مركبات وأجزاء دائرة الاشتعال العادية



يتكون النظام من الاجزاء المبينة في الشكل السابق والجدول التالي يبين وظيفة كل جزء

البطارية	اختزان الطاقة الكهربائية لحين الطلب
محرك البدء	تدوير المحرك حتى يعمل المحرك بشكل تلقائي
مفتاح التشغيل	التحكم في السيارة ودوائر التشغيل والدوائر المختلفة
ملف الاشتعال	رفع فرق الجهد حتى تصدر شرارة كافة لحرق الوقود
موزع الاشتعال	توزيع الشرر حسب التقسيمة والتقديم والتأخير حسب حمل وسرعة المحرك
شمعات الشرار والاسلاك	نقل الشرارة من الموزع وادخالها الى غرفة الاحتراق

الشروط الواجب توفرها من اجل عمل المحرك بشكل ذاتي وشروط عمل المحرك البدء



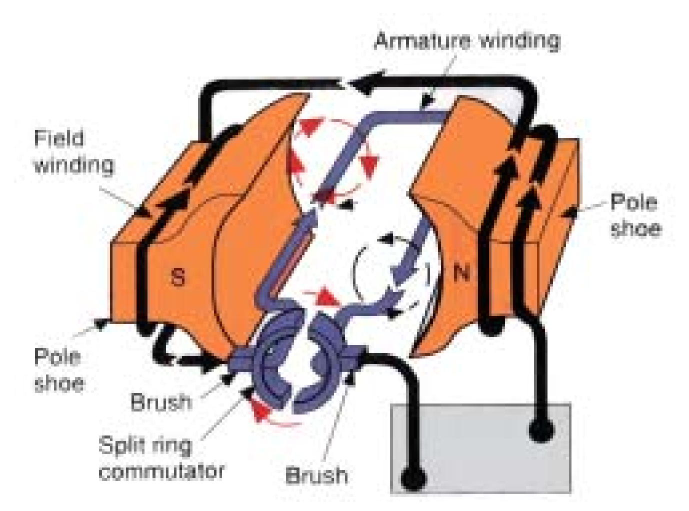
محرك بدء الحركة Starter Motor

محرك بدء الحركة محرك يعمل بالتيار المستمر (DC) ويوجد في السيارة من اجل ادارة عمود المرفق المتصل مع مكابس المحرك ليجبر المحرك على العمل بشكل ذاتي ويعتبر من اكبر مستهلكات التيار من البطارية ويتراوح معدل سحب التيار عند بدء عمله مابين (١٨٠-٣٠٠) امبير في المحركات الصغيره ويصل الى قيم اعلى من ذلك في المحركات الكبيره وخصوصا محركات الديزل . يدير محرك البدء عمود المرفق من خلال مسنن مركب على الحذافة بعد اكتمال التعشيق مع مسنن مركب على عضو الاستنتاج في البادئ.

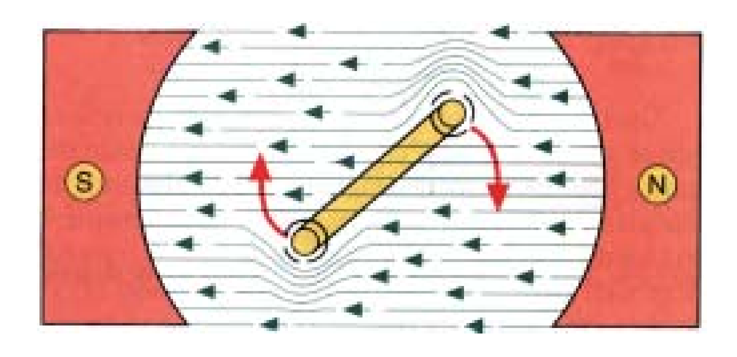
ثانياً:نظرية العمل

محرك التيار الثابت يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة حركية من خلال تنافر القوى المغناطيسية في داخلة .

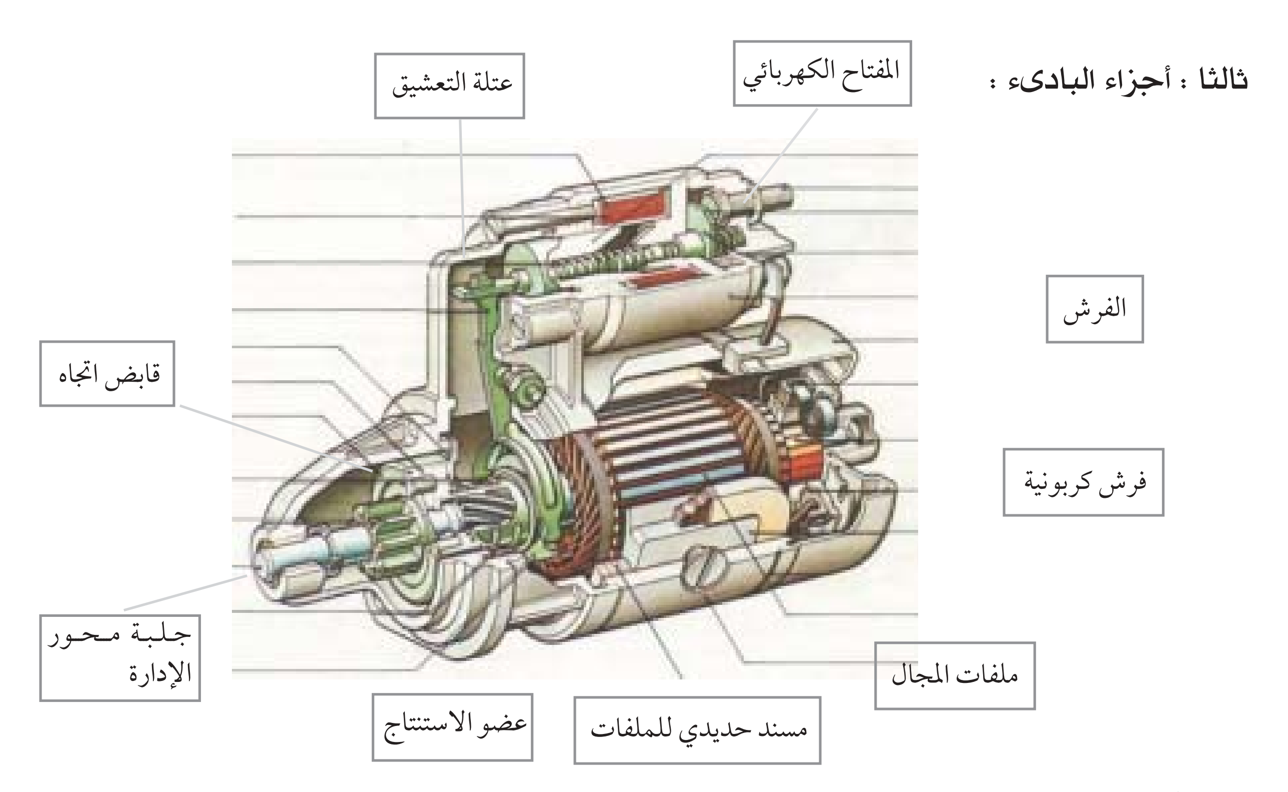
يوجد في البادىء مجال مغناطيسي ثابت (ملفات المجال) وموصلات في عضو الاستنتاج (الجزء الدوار) يمر فيها تيار كهربائي و أثناء مرور التيار الكهربائي في موصلات عضو الاستنتاج فإنه يتكون حول الموصلات خطوط قوى مغناطيسية ولأن خطوط القوى المغناطيسية الناتجة من المجال المغناطيسي تتحرك من قطب الى آخر (من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي) من خلال ملفات عضو الاستنتاج فإن خطوط القوى تتجاذب مع خطوط القوى الناتجة حول موصلات عضو الاستنتاج فيزيد ذلك قوة المجال في احد الجوانب وتتنافر مع الطرف الاخر فتقل القوة عند تلك النقطة .



ان هذا التنافر من جانب والتجاذب من جانب اخر يحدث حاله عدم اتزان في القوة المغناطيسية مما يدفع الموصل نحو المجال الاضعف ويجذبه نحو المجال الاقوى ولكون ملفات عضو الاستنتاج موضوعة على شكل ملفات لها بداية متصلة مع إحدى الفرش الكربونية ونهاية الملف مع الفرشة الكربونية الثانية فإن التيار الكهربائي يمر من طرف الى اخر منتجاً خطوط قوى مغناطيسية حول الموصل وتكون هذه الخطوط منظمة ومرتبة بما يعاكس خطوط القوى الثابتة ، عندها يبدأ عضو الاستنتاج بالدوران حتى تترك نهايات ملفات عضو الاستنتاج الفرش الكربونية لينقطع عنها التيار الكهربائي ويبنى من جديد في ملف آخر لتتكرر العملية ، ان مجموع هذه العمليات وتتاليها يحدث الحركة الدورانية لعضو الاستنتاج ليستفاد منها في عملية التشغيل والحركة .



ثالثا : أجزاء البادىء :



يتكون البادىء من ثلاثة اجزاء رئيسة هي :

1. المحرك الكهربائي
2. المفتاح المغناطيسي ومكوناته
3. وسيلة التعشيق ونقل الحركة

١ . المحرك الكهربائي ويتكون مما يلي :

- مجال مغناطيسي ثابت طبيعي او صناعي

يعمل على انتاج مجال مغناطيسي يؤثر في القلب الدوار ويجبره على الحركة اثناء تشغيل البادئ ، ان المجال المغناطيسي يتكون من لفات من الاسلاك المثبتة في اسطوانة البادئ ويعزز هذا المجال بواسطة سندات(حاملات) معدنية مثبته للملفات في الاسطوانة الداخلية وتثبت هذه السندات بواسطة براغي تركب من خارج الاسطوانة ويرعى في التثبيت عدم اعاقة الاجزاء المتحركة في البادئ.

ان عدد اقطاب المجال المغناطيسي الثابتة المنتشرة اثنان في محركات البدء الصغيرة وتصل الى اربعة في محركات البدء المتوسطة وتكون ملفوفة من اسلاك نحاسية سميكة لتتحمل مرور تيار عالي وتشكل على شكل لفات بيضاوية من اجل الاستفاده من المساحة الداخلية للبادىء قدر الامكان ومن اجل الحصول على أعلى قوة مجال مغناطيسي ممكنة .

عضو استنتاج (القلب الدوار)

هو الجزء الذي نأخذ منه الحركه الدورانية ويركب على محور البادئ ويركب على هذا المحور مجموعة من التركيبات منها تركيبات التعشيق ودرس البنيون احادي اتجاه الحركه الدورانية ويركب على الجزء الخلفي من

القلب الدوار نهايات الاسلاك التي يمر منها التيار الكهربائي الذي يبني المجال المغناطيسي المعاكس للمجال المغناطيسي الموجود في الجزء الثابت وكلما زادت عدد لفات الاسلاك كلما زاد العزم الناتج من البادئ .

الفُرش كربونية والبيت المثبت لها.

الفرش الكربونية هي نقطة الوصل ما بين الاجزاء المتحركة والاجزاء الثابتة للبادي وتعمل على نقل التيار الكهربائي الى عضو الاستنتاج المتحرك وتتناسب مساحة مقطع الفرش طرديا مع مقدار التيار المار من هذه الفرش الى الجزء الدوار . تقسم الفرش الى نوعين الاول موجبة تتصل مع الطرف الموجب والثانية سالبة تتصل مع الارضي وهي في الحد الادنى ثنتان ويمكن مضاعفة الرقم الى اربعة لتناسب الزيادة في قيمة التيار .

يراعى في مادة صناعة الفرش ما يلي :

١ زيادة نسبة النحاس في مادة الصناعة من اجل تمرير اعلى تيار ممكن .

٢ الصمود امام الاجهادات الحرارية العالية .

٣ تقليل التآكل من الفرش الى الحد الادنى

٤ اقل معامل احتكاك مع فرش نهايات الاسلاك المتصله مع عضو الاستنتاج

٥ سهولة الصيانة وسهولة الفك والتركيب

وحدت نقل الحركه .

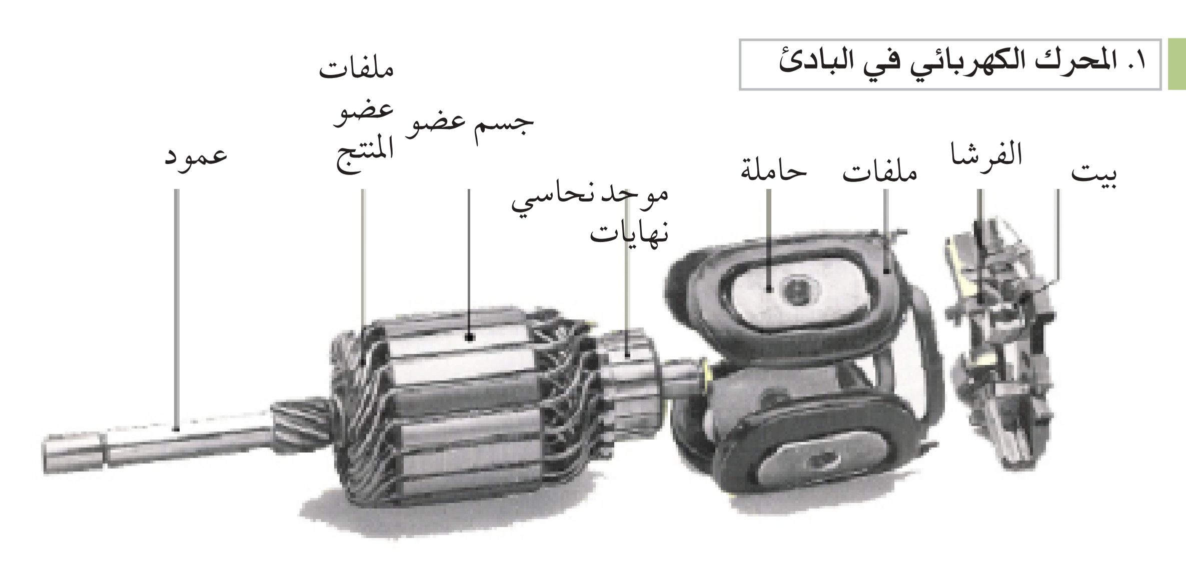
وتعتمد على مسنن صغير في مقدمة محرك البدء ، إذ يعمل على نقل الحركة بعد اكتمال التعشيق الى محرك السيارة من خلال عمل مجموعة من الاجزاء التي تقوم بأدوار متتالية وبدقه عالية و سوف تبحث لاحقاً .

بيت مثبت للمجال المغناطيسي الثابت ومركبات محرك البدء (الاسطوانه).

هو الجزء الاساسي الذي تركب فيه وعلية اجزاء البادىء ويصنع من الحديد المطاوع ويعمل فيه ثقوب تركب من خلالها سندات ملفات المجال الثابتة من اجل انتاج مجال مغناطيسي صناعي يؤثر في الجزء الدوار للبادئ ويركب في نهاية الاسطوانة بيت الفرش الكربونية وعلى مقدمة الاسطوانة وتركيبات نقل الحركه من البادئ الى المحرك .

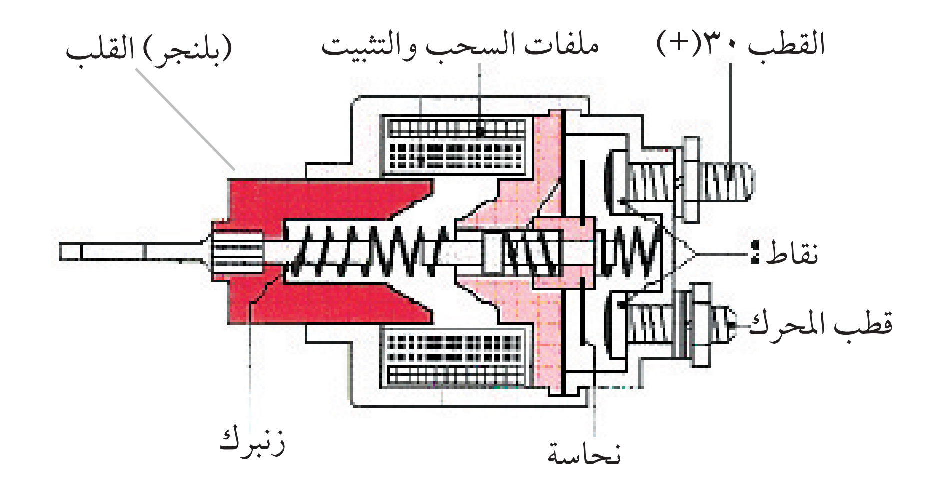
مكونات البادىء الكهربائية والميكانيكية

١. المحرك الكهربائي في البادئ



٢. المفتاح المغناطيسي Solenoid Switch

يتركب المفتاح المغناطيسي من ملف السحب والتثبيت ونقاط التوصيل ونحاسة التوصيل

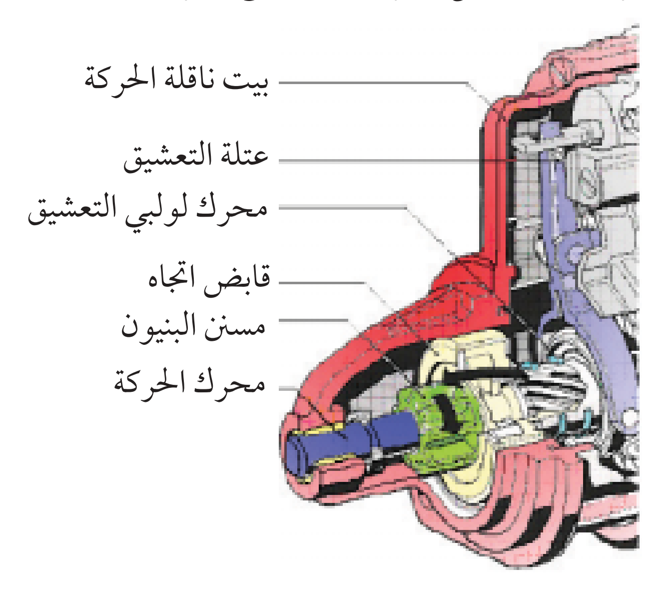


يعمل المفتاح المغناطيسي ومركباته على تشغيل البادئ بعد اكتمال تعشيق مجموعة نقل الحركة ويعمل على توقيف محرك البادئ عن العمل بأمر من السائق نتيجة لقطع التيار بعد اكتمال بدء عمل محرك السيارة .

٣. وسيلة التعشيق ونقل الحركة Pre-engaged-drive starter

وهي الجزء الذي يقوم بنقل الطاقة الحركية من محرك البادئ الى عمود المرفق في محرك الاحتراق الداخلي وتتكون من الاجزاء التالية

مركبات نقل الحركه ومجموعة التعشيق من محرك البادئ الى محرك السيارة

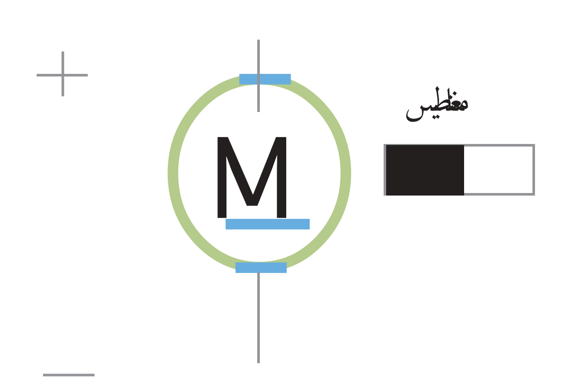


تستخدم عدة انماط من المحركات الكهربائية (DC) و الذي يحدد أي نوع نستخدم هو طبيعة وخصائص محرك الاحتراق الداخلي .

ومن اشهر انماط محركات البدء حسب المجال المستخدم ونوع التوصيل الداخلي ما يلي :

أ . محرك يستخدم مجال مغناطيس طبيعي .

في هذا النوع استخدم للمحرك الكهربائي مجال مغناطيس طبيعي دائم ولا يكون السبب في بناء المجال المغناطيسي ويمتاز بأنه لا يستهلك طاقة عالية وانه خفيف الوزن وكفائة تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة حركية جيدة والعزم الناتج منه متوسط لذا استخدم في تدوير محركات الاحتراق الداخلي صغيرة الحجم

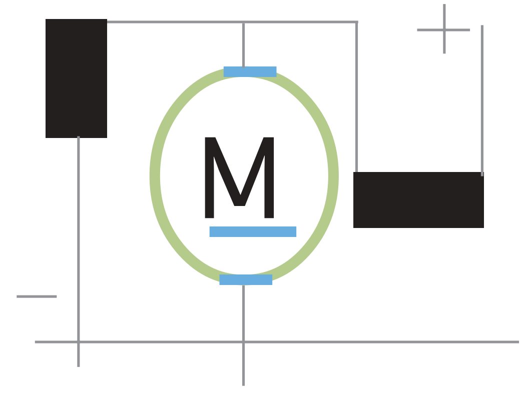


ب . محرك يستخدم مجال مغناطيس صناعي موصول على التوالي .

يستخدم في هذا المحرك مجال مغناطيسي ينتج عن مرور تيار كهربائي في ملفات ثابتة حول الجزء الدائر للباديء وتكون موصولة مع عضو الاستنتاج على التوالي ، يمتاز هذا المحرك بأن العزم الناتج منه عالي والسرعة متوسطه لهذا استخدم في المحركات ذوات الحجم المتوسط والكبير سواء كانت تعمل على وقود البنزين او الديزل لكن يعاب عالية استهلاكه العالي للطاقة الكهربائية وكثرة اعطاله مقارنه بالانواع الاخرى .



جـ . محرك يستخدم مجال مغناطيس صناعي موصول على التوالي و التوازي (مركب) .

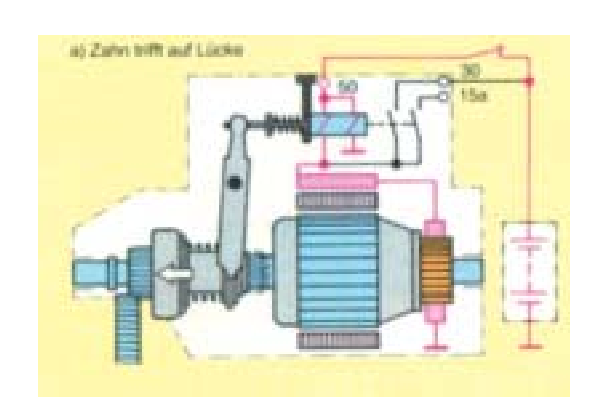


يمتاز هذا المحرك المتصل ملفات المجال فيه مع عضو الاستنتاج على التوالي والتوازي (توصيل مركب) بأنه يجمع ما بين الخاصيتين العزم العالي والسرعة العالية دون زيادة كبيره في التيار المسحوب مقارنه مع مجموع الخصائص ، يستخدم هذا النوع من محركات البدء في السيارات التي لها محركات متوسطة الحجم حتى المحركات الكبيرة وتكون فترة التشغيل الفعلية طويله . قد يصل التيار المتوسط اثناء التحميل عن بدء تدوير المحرك الى ٤٠٠ امبير .

رابعاً: التعشيق والفصل ما بين محرك الاحتراق الداخلي والباديء

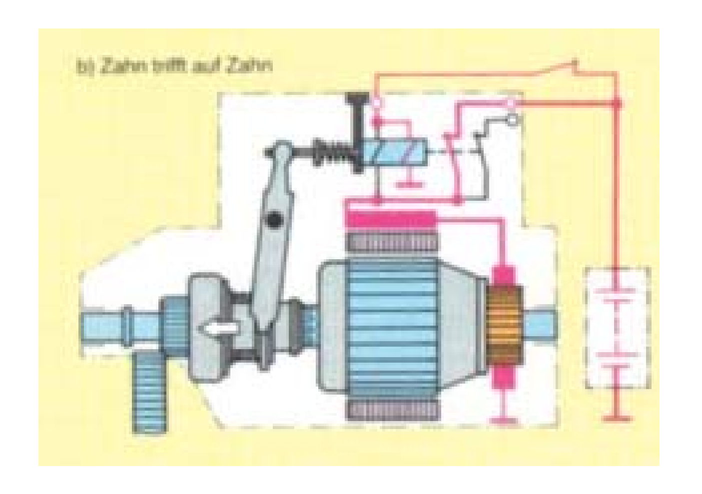
التعشيق :

عندما يدير السائق المفتاح الرئيسي الى وضع بدء التشغيل فإنه يمرر تيار من البطارية الى الخط (٥٠) (وهو القطب الاصغر) المتصل مع ملفي السحب والتثبيت في الجزء العلوي من البادي في مجموعة التعشيق فيدخل كلا الملفين الى العمل ، الاول ملف السحب المتصل بالتوالي مع ملفات المجال و عضو الاستنتاج الى الارضي اما الملف الثاني فهو ملف التثبيت الموصول الى الارضي من طرفة الاخر ويبقى هذا الملف في حالة تشغيل لأنه يغذى بالتيار حتى انتهاء عملية التشغيل ويتوقف عن العمل في نهاية عملية الفصل .



ان مرور تيار كهربائي من خلال ملف السحب وملفات المجال و عضو الاستنتاج يعمل على اثارة ملفات المجال وتهيئة عضو الاستنتاج مما يسرع من دخول البادئ الى العمل عند مرور تيار التشغيل الرئيسي بعد اكتمال التعشيق ما بين البادئ والمحرك .

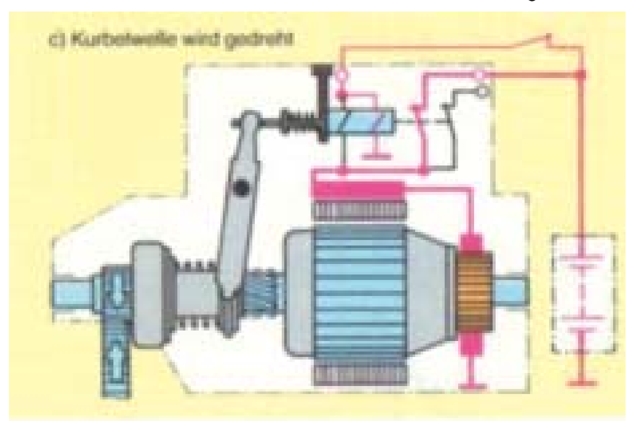
بعد بناء المجال المغناطيسي في المفتاح المغناطيسي يسحب القلب الحديدي الى الخلف فيسحب معه عتلة التعشيق ضد شد الزنبرك فتدفع العتلة بدورها قابض الاتجاه الواحد المثبت معه درس البنيون المركب حول محور الحركة الى الامام فيجبر على الاندفاع والدوران الجزئي مع المجاري اللولبيه الموجودة على محور عضو الاستنتاج والموجودة فى الجزء الداخلي لدرس البنيون مما يفيد في ضمان التمركز و التعشيق الاكثر امناً مع دروس الحذافة ونيجة للتعشيق الامن يقل التآكل المعدني قدر الامكان من كلا الطرفين وهما درس البنيون ودروس الحذافة المركبة مع عمود المرفق .



اندفاع درس البنيون نحو الحذافه من اجل التعشيق ولاتزال نقاط وصل التيار الى عضو الاستنتاج مفصولة

ان التعشيق الامن يفسر بأنه ضمان الاتصال ما بين درس البنيون والحذافة بدون دوران أي منهما قبل اكتمال هذا التعشيق ، ويضمن المفتاح الكهرومغناطيسي عدم وصل التيار الكهربائي المشغل لمحرك البادئ إلا بعد إكتمال و ضمان هذا التعشيق .

اكتمال التعشيق وبدء التدوير :



اكتمال التعشيق بين البنيون والحذافة وبدأ دوران المحرك

بعد اكتمال التعشيق الكامل والامن ما بين البنيون والحذاف يدخل البادىء في مرحلة عمل جديدة يظهرها الشكل السابق ويحدث في هذه المرحلة ما يلي :

١ يكتم تعشيق البنيون مع الحذافة .

٢ تستمر العتلة بالضغط على البنيون من اجل استمرار هذا التعشيق .

٣ يتوقف ملف السحب عن العمل في المفتاح الكهرومغناطيسي لأن فرق الجهد على طرفية اصبح صفراً

، فهو يتصل مع الخط (٥٠) من مفتاح التشغيل ويتصل من الطرف الاخر مع ملفات المجال التي اصبحت تغذى بجهد من نحاسة التوصيل الواصلة مابين الخط (٣٠) موجب البطاريه وملفات المجال .

٤ يستمر ملف التثبيت بالعمل مانعاً انفلات القلب المعدني داخل السلونويد من الرجوع الى موضعه الاصلي بتأثير من الزنبرك الارجاعي .

٥ يدور ملف الاستنتاج ويدور البنون بعكس اتجاه دوران المحرك و بسب التعشيق باستخدام درسين ينعكس اتجاه الدوران .

٦ يستمر هذا الوضع حتى يعمل المحرك ويقرر المُشغل للمحرك ترك مفتاح التشغيل .

الفصل:

يقصد بالفصل هنا : ترك درس البنيون محرك السياره الذي يفترض انه اصبح يعمل بشكل ذاتي بعد اكتمال عملية بدء تدويره ، فيدخل البادىء في مرحلة الفصل عندما يترك السائق مفتاح التشغيل الرئيسي الذي صمم بحيث ينقطع عن تشغيل البادىء بشكل ذاتي عند تركه ويحدث في هذه المرحلة ما يلي :

١ ينقطع التيار الكهربائي عن ملف التثبيت في البادئ .

٢ تترك نحاسة التوصيل الموجودة في المفتاح الكهرومغناطسي مكانها فتقطع التيار عن ملفات المجال وعضو الاستنتاج فيبدأ المحرك الكهربائي في البادئ بالتوقف .

٣ يدخل الزنبرك المركب داخل المفتاح الكهرومغناطيسي و المضغوط الى العمل فيدفع العتلة الى الامام التي بدورها ترجع مجموعة التعشيق الى الخلف ساحباً معها درس البنيون .

٤ يقوم محرك السيارة (الذي يفترض بانه يعمل بشكل ذاتي) بدفع درس البنيون الى الخلف وبقوه من اجل التخلص من امكانية عدم التوافق في السرعات .

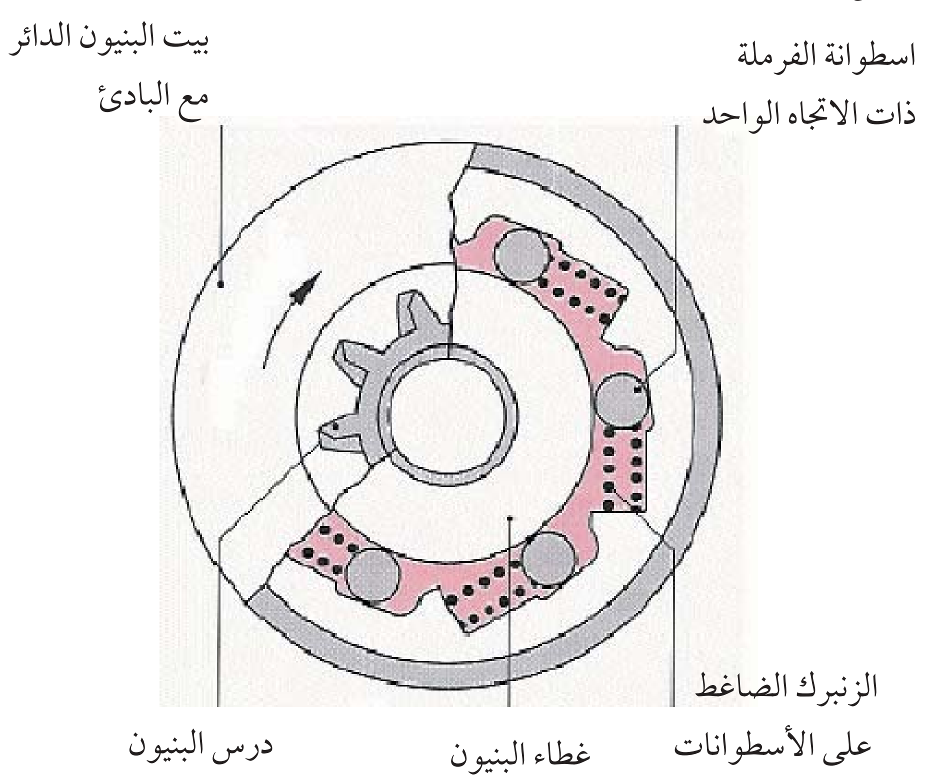
الحلول الميكانيكية و التصميمية من اجل تقليل خطر عدم توافق السرعات.

معروف انه اذا عشق درسان معا فان احد الدروس سوف يكون قائدا والاخر مقاد او مدارا و مدار وتكون نسبة الدوران حسب مقدار قطر احدهما الى الاخر ، وهنا في البادئ قد تصل هذه النسبة الى ١ : ٢٥ أي (٢٥) دورة للبنيون الى دورة واحدة للمحرك و عند بدء التشغيل يكون البادئ هو المدير ومحرك السيارة المدار حسب نسبة النقل ، وتسير الامور على ما يرام حتى يبدأ محرك السيارة بالعمل .

في هذه الحالة يصبح هنالك مديرين وسرعتين مختلفتين ولا تحدث مشكلة اذا انفصل البادىء عن المحرك ، لكن هذا الانفصال لا يمكن ان يحدث إلا نظرياً فقط لأ نه يلزم زمن من اجل يقرر السائق ترك مفتاح التشغيل الرئيسي بعد التأكد من عمل محرك السيارة فيحدث مالا يرغب فيه وهو عمل كلا المحركين معا بسرعتين مختلفتين ، هذا بالاضافة انه قد تختلف خبرة التشغيل من شخص الى اخر وعليه يصبح الامر مرتبط ومرهون بالتقدير البشري .

لما تقدم اضطر مصنعوا السيارات الى التنبه لهذه المشكلة والعمل على حلها وكان اسهل وافضل هذه الحلول استخدام العجل حر الحركه في اتجاه واحد او ما يسمى قابض الاتجاه الواحد وهي التركيبة الداخليه الواصلة مابين درس البنيون ومحور التدوير فهو يدور مع اتجاه دوران عضو الاستنتاج ويكون حراً اذا سبق مدوره الاصلي مما يعطي امكانية الدوران بسرعتين غير متوافقتين الاولى سرعة محور البادئ و هي سرعة ملف الاستنتاج والثانية سرعة درس البنيون المدار حسب سرعة محرك السيارة المعشق معه في حالة استمرار تدوير البادئ ومحرك السيارة يعمل او عند تأخر السائق عن ترك مفتاح التشغيل .

حسب هذه الطريقه تم ضمان عدم تكسر اجزاء البادئ او المحرك لعدم توافق السرعة . والشكل التالي يوضح طريقة عمل عجلات الحرة



طريقة العمل

يعمل محور تدوير محرك البادئ الكهربائي على تدوير مجموعة التعشيق مما يدير محرك السيارة، إذا كانت سرعة دوران محرك السيارة أقل من سرعة البادئ (البادئ هو المدير) فإن المجموعة تدور كقطعة واحدة وتبقى الأسطوانات الفرملية مضغوطة في الجزء الضيق من بيتها مما يجبر البنيون على الانسياق مع المجموعة ويستمر بالعمل كأنه قطعه مثبتة تثبيتاً تاماً مع بيته، أما عندما يدور المحرك فإن سرعة دوران البنيون ترتفع بشكل كبير (محرك السيارة المدير) وتصبح أعلى من سرعة محور دوران البادئ بشكل كبيرعندها تتدحرج الاسطوانات الفرملية في بيتهاضاغطتاالزنبركات ومتجه نحو التوسع في بيتها ولاتصبح قادرة على تثبيت البنيون

مع البيت مما يسمح له بالدوران مع مديره وهنا يكون محرك السيارة وليس محور التدوير في البادئ ويستمر هذا الحال حتى يقرر السائق ترك مفتاح التشغيل ليعتق محرك البدء من الدوران مع محرك البدء من الدوران مع محرك السيارةمحرك السيارة أو حتى يتوقف البادئ عن العمل فلا يحدث أي ضرر في كلا الطرفين، يضاف أنه يرافق هذه الحالة تحديداً صوت ضوضاء مميز وغريب نوعا ما يدفع السائق إلى النتباه والحذر ويعمل على الإسراع في ترك مفتاح التشغيل الرئيسي.

بعد انفصال ترجع الزنبركات الاسطوانات الفرملية إلى مكانها ويصبح البنيون جزء من المجموعة مرة أخرء لتعود إلى العمل مرات أخرئ دون حدوث أي ضرر يذكر.

خامساً: الدوائر المتحكمة في البادئ

المقصود هنا الدوائر التي تتحكم في تشغيل البادئ وتعمل على حماية البادئ من التلف بالإضافة إلى حماية محرك الاحتراق الداخلي من التلف أيضاً.

ومن هذه الأنواع

أ- منع تشغيل البادئ والمحرك إذا لم يكن صندوق الغيار في وضع الحياد(N) تتكون هذا الدائرة من يد الغيارات أم مجموعة مفاتيح تحدد وضع الحياد في صندوق الغيارات رلا تسمح بمرور التيار الكهربائي من مفتاح التشغيل إلى البادئ من خلالها إلا في حالتتن

الأولى: صندوق الغيارات الأتوماتيكي في وضع (P) توقف

الثانية: صندوق الغيارات الأتوماتيكي في وضع (N) حياد

جدول أعطال البادئ

العطل	السبب	الإجراء
البادئ لا يعمل مطلقاً	١ - تلف مفتاح التشغيل الرئيسي ٢ - قطع في التوصلات من المفتاح إلى البادئ ٣ - تلف في المفتاح الكهرومغناطيسي للبادئ ٤ - تلف في فحمات الجزء الدوارة فلا تكتمل الدائرة الكهربائية	١ - استبدال المفتاح الرئيسي ٢ - اعزل ورمم الدائرة الكهربائية ٣ - صلح المفتاح الكهرومغناطيسي ٤ - استبدال الفحمات الكربونية في البادئ
ضعف في قدرة محرك البدء	١ - توصيلات متسخة أو متآكلة ٢ - تلف أو فصل في ملفات المجال المغناطيسي. ٣ - قطع أو قصر في ملفات الجزء الدوار ٤ - تآكل وضعف في توصيل الفحمات مع الجزء الدوار	١ - تطرق التوصيلات ٢ - صلح ملفات المجال المغناطيسي أو استبدالها. ٣ - صلح أو استبدال الجزء الدوار. ٤- استبدال الفحمات الكربونية وافحص مقدار شد الزنبركات اللولبية.
تشغيل متقطع لمحرك البدء يشبه النبضات	١ - تلف في ملف التثبت في المفتاح الكهرومغناطيسي ٢ - ارتخاء في زنبركات شد فحمات التوصيل	١ - استبدل الملف الكهرومغناطيسي ٢ - استبدل الزنبركات والفحمات
طرطقة وطحن أثناء تشغيل البادئ	١ - تلف في مجموعة التعشيق ونقل الحركة	١ - استبدل أو صلح مجموعة التعشيق
استهلاك عال للتيار أثناء تشغيل محرك البدء مما يسرع في تفريغ البطارية	١- ارتخاء في التوصيلات الكهربائية ٢ - صدور تكرار ما بين الفحمات وفرشها في البادئ ٣ - ارتخاء وضعف في شد التربركات الضاغطة للفحمات ٤ - تقوس في فرش الفحمات ٥ - تآكل في كراسي تحميل محرك البادئ	١ - اضبط التوصيلات ....ونظفها ٢ - استبدل الفحمات ٣ - استبدل الفحمات والزنبركات الضاغطة ٤ - اخرط نهايات التوصيل في محرك البادئ ٥ - استبدل كراسي التحميل بجديدة.

الأسئلة

١ - ما هي مكونات نظام بدء الحركة الرئيسية؟
٢ - ما هي الفروق ما بين المحرك الكهربائي والمولد الكهربائي؟
٣ - أيهما يلزمه تيار أعلى محرك البدء لمحرك بنزينأو محرك ديزل ولماذا؟
٤ - لماذا يوجد لاتجاه الواحد في البادئ وكيف ومتى يعمل؟
لماذا لا يعمل المحرك الكهربائي في البادئ إلا بعد اكتمال التعشيق مع المحرك؟
٦ - لملذا يتوقف ملف السحب أثناء عما البادئ ويستمر ملف التثبيت؟
-٧ ماذا يحدث إذا استمر السائق في تشغيل البادئ على الرغم من عمل محرك السيارة؟
٨ - ما هو الفرق ما بين محرك بادئ يستخدم مجال مغناطيس ثابت ومجال مغناطيس صناعي؟
-٩ هل توجد علاقة ما بين اختار البطارية المناسبة للسيارة والبادئ؟وضح ذلك؟

